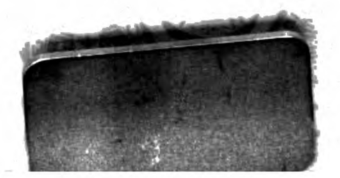


19

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

XII. Band.

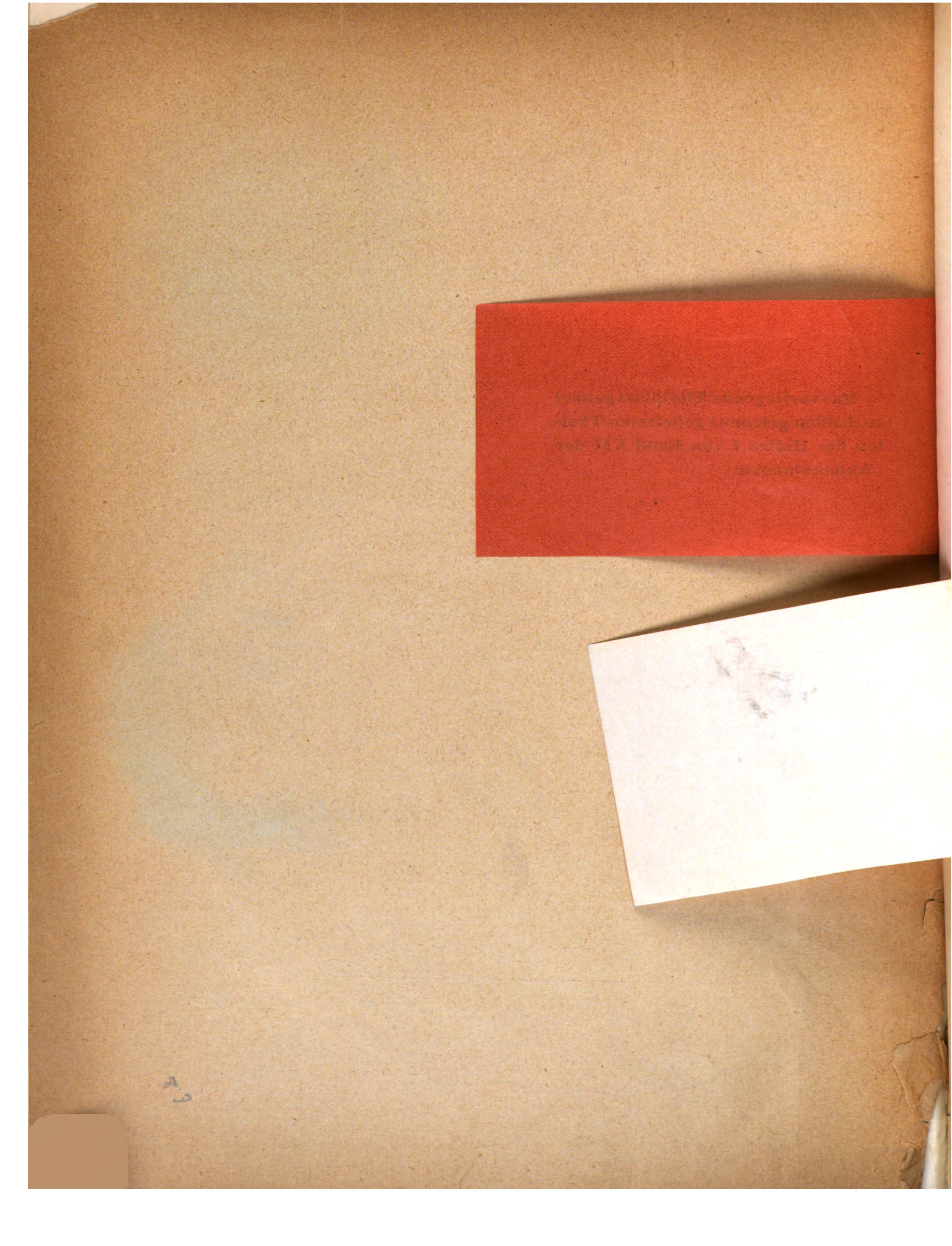
~~Heft I.~~ Mit IX Tafeln.

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1893.

Das vorliegende Titelblatt gehört zu beiden getrennt gehefteten Theilen des Heftes I von Band XII der „Abhandlungen“.

Von Band XII ist nur ein Heft erschienen.



ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein
in Hamburg.

XII. Band.

Heft I. Mit IX Tafeln.

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co
1893.

Die Thätigkeit des Naturwissenschaftlichen Vereins ist während der Berichtszeit von Januar 1891 bis December 1892 in gewohnter Weise fortgesetzt worden. Es fanden statt

im Jahre 1891	38	allgemeine Sitzungen
	4	Sitzungen der physikalischen Gruppe
	11	» » botanischen »
	1	» » zoologischen »
im Jahre 1892	35	allgemeine Sitzungen
	4	Sitzungen der physikalischen Gruppe
	3	» und 1 Excursion der botanischen Gruppe
	7	» der zoologischen Gruppe.

Die zoologische Gruppe trat im December 1891 ins Leben. Die in den 73 allgemeinen Sitzungen der beiden letzten Jahre gehaltenen 90 Vorträge und Demonstrationen vertheilen sich auf die einzelnen Fächer wie folgt:

Physik	22
physik. Geographie und Meteorologie	16
Chemie	7
Mineralogie und Geologie	7
Zoologie	20
Botanik	8
Archäologie, Anthropologie und Ethnographie	7
Verschiedenes	3

In den Gruppensitzungen fanden statt:

10 physikalische Vorträge
19 botanische »
17 zoologische »

so dass die Gesammtzahl der gehaltenen Vorträge 136 beträgt.

Der Schriftenaustausch mit andern gelehrten Gesellschaften, Akademien und Vereinen fand in gleicher Weise wie in den Vorjahren statt.

Von den Ehren-Mitgliedern des Vereins verloren wir leider durch den Tod die Herren:

Prof. Dr. *Burmeister* in Buenos Ayres
Dr. med. *C. M. Gottsche* in Altona
Prof. Dr. *Owen* in London
Prof. Dr. *J. Roth* in Berlin
Prof. Dr. *W. Weber* in Göttingen.

Als neues Ehrenmitglied wurde Herr Dr. *Fritz Müller* in Blumenau (Brasilien) erwählt. Die Zahl der korrespondierenden Mitglieder vermehrte sich durch die Wahl des Herrn Oberlehrer *E. Grimsehl*, der in amtlicher Veranlassung seinen Wohnsitz auf einige Jahre nach Cuxhaven verlegte.

Am Ende des Jahres 1892 zählte der Verein insgesammt

	276	ordentliche Mitglieder
	44	Ehren-Mitglieder
und	23	korrespondirende Mitglieder
zusammen	343	gegen 324 am Ende des Jahres 1890.

Die Einnahmen des Vereins im Jahre 1892 betrugen einschliesslich eines Saldos von

M. 144,50 aus 1891	M.	4508,25,
denen als Ausgaben	»	4441,55
gegenüber stehen, so dass ein Kassensaldo von	M.	66,70 verblieb.

Unter den Einnahmen ist ein Betrag von 1000 Mark mit aufgeführt, den uns ein leider verstorbenes, langjähriges treues Mitglied testamentarisch vermachte, mit dem Wunsche, sein Name möge nicht genannt werden. Die bedeutende Höhe der Ausgaben erklärt sich durch die Druckkosten des Heftes III von Band XI, und des vorliegenden Heftes I von Band XII der »Abhandlungen,« sowie durch Beiträge zu den Kosten einer wissenschaftlichen Reise nach der Maghellanstrasse (500 M.) wie auch einer experimentellen Untersuchung über das Problem des Vogelfluges (300 M). Das zinstragende Vermögen des Vereins beträgt unverändert M. 10125,—.

Hamburg, den 15. Januar 1893.

Mitteilungen aus den Sitzungen
(Januar 1891 bis December 1892).

I. Allgemeine Sitzungen
1891.

Januar 7. Herr Dr. *Leithäuser:* Ueberblick über die Ergebnisse der Forschungen Heinrich Schliemann's,

» **14.** Herr Dr. *Rischbieth:* Ueber die Synthese des Zuckers.

» **21.** » Telegraphendirektor *Roegind:* Ueber neuere Einrichtungen im Fernsprechwesen.

» **28.** Generalversammlung. Wissenschaftliche Verhandlungen fanden nicht statt.

Febr. 4. Herr Geheimrath Prof. Dr. *Neumeyer:* Die wissenschaftliche Reise S M. S. »Gazelle« in den Jahren 1874—76.

» **11.** Herr Dr. *H. Krüss:* Ueber Kayser und Runge's Untersuchungen betr. die Vertheilung der Linien im Spectrum.
Herr Prof. Dr. *Voller:* Ueber die Entstehung des Stromes in galvanischen Elementen.

» **18.** Herr Dr. *Schäffer:* Ueber die Wanderzellen und ihre Bedeutung für das Leben der Thiere.

» **25.** Herr Prof. Dr. *Kraepelin:* Ueber Oestriden.
» *C. Zimmermann:* Neue Schmetterlinge des Elbgebietes.
» Dr. *Ahlborn:* Ueber dissociirte Flechten und über das Vorkommen von Cellulose im Thierreich.

März 4. Herr Prof. Dr. *van Bebber:* Ueber typische Witterungserscheinungen im Winter.

» **11.** » Prof. Dr. *Voller:* Ueber Fortleitung hochgespannter elektrischer Ströme und Hochspannungstransformatoren.

» **18.** Herr Dir. Dr. *Bolau:* Interessante Vögel Ostsibiriens.
» Dr. *G. Pfeffer:* Ueber Beispiele in Bildung begriffener neuer Arten.

April 8. » *H. Strebel:* Ueber das Kalendersystem von Altmexico.

» **15.** » Dr. *Fr. Ahlborn:* Ueber das Fliegen der Fische.

» **22.** » Prof. Dr. *Kiessling:* Ueber Interferenz von Luftwellen.
» Prof. Dr. *Voller:* Ueber Beobachtung der Interferenz von elektrischen Wellen.

» **29.** Herr Dr. *Köhler:* Ueber das Leuchten der Kohlenwasserstoffflammen.

Mai 6. Herr Capitän *Seemann:* Ueber den Einfluss des Mondes auf den Bewegungszustand der Atmosphäre und auf das Wetter.
Herr Prof. Dr. *Köppen:* Ueber Periodisches und Unperiodisches in der Meteorologie.

» **13.** Herr *E. Grimsehl:* Veranschaulichung der Vorgänge beim elektrischen Strom durch Flüssigkeitsströme.

» **27.** Herr Dr. *C. Gottsche:* Die miocäne Wirbelthierfauna von Langenfelde.
» Dr. *Petersen:* Ueber paläozoische Glacialablagerungen in Norwegen.
» Dr. *Nölting:* Demonstration eines Reliefs für geographische Unterrichtszwecke.

Juni 3. Herr Direktor Dr. *Bolau:* Ueber das Brüten der Hieroglyphenschlange im zoologischen Garten.
Herr Dr. *Fr. Ahlborn:* Ueber das Fliegen der Fische. 2. Vortrag.

» **10.** » Dr. *G. Pfeffer:* Ueber die klimatischen Verhältnisse früherer Erd-Zeiten.

» **17.** » Dr. *E. Wohlwill:* Die Untersuchungen von Remmler betr. das Atomgewicht des Kobalts.
Herr Oberlehrer *H. Ahlborn:* Ueber das Blau des Himmels.

» **24.** » Prof. Dr. *Voller:* Neue Versuche betr. elektrische Wellen.

Septbr. 9. » Prof. Dr. *Köppen*: Ueber Linien gleicher Dichte und gleichen Druckes in verschiedenen Höhen der Atmosphäre.
» Prof. Dr. *van Bebber*: Ueber die Witterung des letzten Sommers.

» **16.** » Dr. *Köhler:* Ueber das Leuchten der Flammen.

» **23.** » Dr. *Timm:* Ueber die Vegetationsverhältnisse Cuxhaven's.

» **30.** » Dr. *Hagen:* Ueber die Musik bei den Naturvölkern.

Oktbr. 7. » Dr. *H. Krüss*: Das Berliner'sche Grammophon.
» Dr. *C. Gottsche:* Uebersicht über die mineralogische Abtheilung im neuen naturhistorischen Museum.

» **14.** Herr *E. Grimsehl*: Neuere Untersuchungen über Magnetismus und Diamagnetismus.

» **21.** Herr Dr. *Schwarze:* Ueber Trematoden.

» **28.** » Prof. Dr. *Schubert:* Ueber die sogen. vierte Dimension im Sinne der Mathematik.

Novbr. 4. Herr Dr. *Timm:* Ueber die Fauna von Cuxhaven.

» **11.** » Geheimrath Prof. Dr. *Neumayer*: Ueber seinen neuen Atlas des Erdmagnetismus.

» **18.** Herr Dr. *Rehberg:* Ueber Korallen.

» **25.** » Dr. *Classen:* Ueber die experimentelle Ableitung des Potentialbegriffes in der Elektricitätslehre.

Decbr. 2. Herr Dr. *Michaelsen:* Ueber die Fauna der Ostsee.

» **9.** Herr Capitän *Seemann:* Ueber Wirbelstürme im südindischen Ocean.

Decbr. 9. Herr Prof. Dr. *van Bebber:* Ueber mittlere Jahresextreme der Temperatur in Europa.
16. Herr Prof. Dr. *Voller*: Ueber den Drehstrom und die elektrische Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt a. M.

1892.

Januar 6. Herr Prof. Dr. *Köppen*: Ueber Dolmen in der Krim.
» 13. » Prof. Dr. *Voller*: Geschichte und Theorie der Drehstrom-Motoren I.
» 20. » Prof. Dr. *Kraepelin*: Ueber Skorpione.
» 27. » Prof. Dr. *Voller:* Geschichte und Theorie der Drehstrom-Motoren II.
Febr. 3. Generalversammlung: Berathung einer neuen Feststellung der Satzungen des Vereins. Wissenschaftliche Verhandlungen fanden nicht statt.
» 10. Herr Dr. *Petersen:* Ueber Hebungen und Senkungen der Festländer.
» 17. » Prof, Dr. *Voller*: Ueber die Einwirkung des Lichtes auf elektrische Entladungen.
» 24. Herr Dr. *Brick*: Die Zersetzung des Holzkörpers unserer Bäume durch parasitische Pilze.
März 2. Fortsetzung der Generalversammlung.
» 9. Herr Dr. *Peters:* Ueber Rein-Culturen.
» 16. » Prof. Dr. *van Bebber:* Die Falb'schen Wetterprognosen.
» Dr. *Grossmann*: Oststürme an der deutschen Ostseeküste.
» 23. » Dr. *Schäffer*: Grundzüge der Weismann'schen Vererbungs- und Befruchtungstheorie.
» 30. Herr *E. Grimsehl*: Demonstration eines Gleichstrom-, Wechselstrom-, Drehstrom-Transformators und eines Drehstrom-Motors.
Herr Dr. *Köhler:* Versuche über umgekehrte Verbrennung.
April 6. » Dr. *Hagen:* Ueber Vorkommen und Zwecke der megalithischen Bauwerke.
» 20. » Dr. *Classen:* Ueber die Verschiedenheiten der beiden Elektricitäten bei der Entladung.
» 27. Herr Dr. med. *Eichelbaum:* Ueber die Conidien-Fructificationen der höheren Pilze aus der Hamburger Flora.
Mai 4. Herr Dr. *E. Wohlwill:* Ueber vergessene Beweise für die Bewegung der Erde, insbesondere die Fluthlehre Galilei's.
» 11. Herr Dr. med. *G. Meyer:* Ueber Fleisch-Extract.
» 18. » *E. Knipping:* Ueber den jahreszeitlichen Wechsel der Luftströmungen über Japan.
» 25. Herr Dr. *G. Pfeffer:* Ueber die inneren Fehler der Weismann'schen Vererbungstheorie.
Juni 1. Herr Prof. Dr. *Leithäuser*: Ueber die Homerischen Gedichte und die archäologischen Forschungen.

Juni 15. Herr Prof. Dr. *Kiessling:* Die Einwirkung magnetischer Kräfte auf Reflexion und Brechung des Lichtes.
Herr Prof. Dr. *Voller:* Ueber comprimirten Sauerstoff. Ueber die Ergebnisse der Lauffener Kraftübertragung.
22. Herr Dr. *Fr. Ahlborn:* Ueber die Entstehung des Thaues und seine Bedeutung für die Pflanzen.
» 29. Herr Dr. *Timm:* Demonstration einer Sammlung von Schwimmkäfern.
» *C. Zimmermann:* Ueber Variabilität und anpassende Färbung von Raupen.
» *G. Pfeffer:* Ueber Krokodile.
Octbr. 12. Herr Dr. *Petersen:* Ueber die Ursachen der Eiszeit.
» 19. « Dr. *Voigtländer:* Ueber die Entstehung und Verbreitung der Cholera-Epidemien.
» 26. Herr Dr. *Peters:* Ueber Schwefelbakterien.
Novbr. 3. Gemeinsame festliche Sitzung mit der Geographifchen Gesellschaft zur Begrüssung des aus Afrika heimgekehrten Dr. Stuhlmann.
» 9. Herr Dr. *Hagen:* Ueber künstliche Verunstaltungen des menschlichen Körpers.
» 16. » Prof. Dr. *Voller:* Ueber Regenerator-Kochapparate.
» 23. » Dr. *Timm:* Ueber die Flora der Wasserkasten.
» 30. » Dr. *C. Gottsche:* Die untere Kreide bei Lüneburg.
» Prof. Dr. *Kraepelin:* Einige Beweise von rückschreitender Metamorphose.
Decbr. 7. » Prof Dr. *Köppen:* Ueber Barometerschwankungen.
» Prof. Dr. *van Bebber:* Ueber die abnorme Hitze im August dieses Jahres.
» 14. » Dr. *Köhler:* Ueber Generatorgas und Wassergas.
» 21. » Dr. *C. Gottsche:* Neue Beobachtungen aus dem Tertiär.
» Prof. Dr. *Voller:* Demonstration verschiedener neuer physikalischer Instrumente.

Die Sitzungen vom 7. Jan., 8. April und 30. Sept. 1891, 6. Jan., 6. April, 1. Juni und 9. Nov. 1892 fanden gemeinsam mit dem Hamburger Zweigverein der deutschen anthropologischen Gesellschaft — die Sitzungen vom 4. März, 6. Mai, 9. Sept. und 9. Dez. 1891, 16. März, 18. Mai und 7. Dec. 1892 gemeinsam mit dem Zweigverein der deutschen meteorologischen Gesellschaft — die Sitzung vom 3. Nov. 1892 gemeinsam mit der Geographischen Gesellschaft statt.

II. Sitzungen der physikalischen Gruppe

1891.

Januar 17. Herr Dr. *Tuch:* Die von Hittorf und Kohlrausch angestellten Untersuchungen über Elektrolyse.

April 4. Herr Dr. *Classen:* Ueber die Bestätigung der Konsequenzen von Maxwel'sl elektromagnetischer Lichttheorie durch die bisherigen Untersuchungen.

Mai 23. Herr Dr. *Tuch:* Neuere theoretische Untersuchungen von Planck u. A. über Elektrolyse.

Novbr. 21. Herr Dr. *Schröder*: Ueber das absolute Masssystem.

1892.

Januar 16. Herr Dr. *Schröder*: Die Clausius-Helmholtz'sche Controverse über die elektrischen und magnetischen absoluten Masse.

März 19. Herr Prof. Dr. *Kiessling*: Ueber eine von Menzel und Raps ausgeführte Untersuchung der Schwingungsformen gestrichener Saiten.
Herr Dr. *Classen:* Ueber die Bewegung der Energie im elektro-magnetischen Felde, nach Poynting.

Mai 21. Herr Prof. *Kiessling:* Wirkungen stehender Lichtwellen und deren Beziehungen zur elektro-magnetischen Lichttheorie.

Decbr. 17. Herr Dr. *Classen:* Referat über Boltzmann's Arbeit über ein den Maxwellschen Gleichungen genügendes Medium.
Herr Prof. Dr, *Voller:* Vorlage von Normalen des physikalischen Staatslaboratoriums (Gewichtssätze, Meter, Thermometer, elektrische Widerstandsnormalen, Normalelemente).
Derselbe: Der Compensationsapparat der physikalisch-technischen Reichsanstalt für elektrische Messungen.

III. Sitzungen der botanischen Gruppe

1891

Febr. 28. Herr Dr. *Voigt:* Neue Untersuchungen über Chromatophoren.

März 14. » Prof. *Detmer* aus Jena: Pflanzenatmung.

April 11. » Dr. *Mielke:* Bedeutung und Funktion des Gerbstoffes in der leb. Pflanze.

» **25.** » Prof. Dr. *Sadebeck:* Die tropischen Nutzpflanzen von Deutsch-Ost-Afrika, ihre Anzucht und der event. Plantagenbetrieb.

Mai 9. Herr Dr. *Fr. Ahlborn*: Pflanzen und Pflanzenläuse.

» *J. Schmidt:* Vegetationsverhältnisse der Halbinsel Kola.

Mai 29. Herr Dr. *Brick*: Die Serehkrankheit des Zuckerrohres auf Java.

» Dr. *Peters*: Der heutige Stand der Wissenschaft in der Hefefrage.

Juni 12. » Oberstabsarzt Dr. *Prahl:* Pflanzengeographische Beobachtungen in der Netze- und Weichselgegend, besonders in der Umgegend von Bromberg.

Herr Dr. *Köhler:* Eigene Erfahrungen bei Reblausuntersuchungen.

» **26.** » Dr. *Brick:* Die durch Nectria cinnabarina hervorgebrachten Baumkrankheiten.

Herr Prof. Dr. *Sadebeck*: Hexenbesenbildungen bei unseren einheimischen Bäumen.

Octbr. 31. » Dr. *Mielke*: Die Gattung Eucalyptus in anatomischer und physiologischer Hinsicht.

Novbr. 21. Herr Prof. Dr. *Sadebeck*: Die Aufnahme des atmosphärischen Stickstoffs durch die Pflanzen.

Decbr. 12. Herr Oberstabsarzt Dr. *Prahl:* Pflanzengeographische Mitteilungen zur Flora Schleswig-Holsteins.

1892.

Januar 24. Herr Dr. *Brick:* Ueber die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Zerstörungen des Holzkörpers unserer Bäume.

Februar 6. Herr Dr. *Voigt:* Die ostafrikanische Strandflora in ihrer Beziehung zu der indo-malayischen.

Mai 14. Herr Dr. *Fr. Ahlborn:* Ueber den Bau der Bacterien.

» Dr. *Timm:* Ueber Zygnomaceen und Desmidiaceen.

» **22.** Excursion in die Harburger Gegend, unter Führung von Herrn *Overbeck*.

IV. Sitzungen der zoologischen Gruppe.

1891.

Decbr. 19. Herr Dr. *Fr. Ahlborn:* Demonstration einer verzweigten Taenia saginata.
» Dr. *Pfeffer:* Die neuere zoologische Lehrbuchlitteratur.
» Dr. *v. Brunn:* Mimetische Erscheinungen bei Rhynchoten.
» Prof. Dr. *Kraepelin:* Die Spermatogenese der Süsswasserbryozoën.

1892.

Januar 23. » Dr. *Michaelsen:* Die Geschlechtsorgane der Regenwürmer.
» Dr. *Timm:* Ueber Plankton der Nordsee.
Febr. 20. » Dr. *Timm:* Ueber Plankton der Nordsee (Fortsetzung).
März 19. » Dr. *v. Brunn:* Demonstration einiger Insectenbauten.
» Prof. Dr. *Kraepelin:* Embryogenese der Bryozoën.
» Prof. Dr. *Heincke* (als Gast): Ueber die Ziele der Biologischen Station auf Helgoland.
April 23. Herr Dr. *Brandes:* Neuere Untersuchungen über die Histologie des Centralnervensystems.
Juni 25. Herr Prof. Dr. *Kraepelin:* Die Knospung der Bryozoën.
» Dr. *Pfeffer:* Ueber die neuere Systematik der Schlangen.
Oct. 31. » Dr. *Pfeffer:* Die Bildung des Mesoderms.
» Dr. *v. Brunn:* Ueber eine Sammelausbeute aus West-Afrika.
Decbr. 5. » Dr. *Reh:* Ueber die Gliedmassen der Wassersäugetiere.
» Dr. *Schäffer:* Die Gallmilben und die von ihnen erzeugten Phytoptocecidien.

Verzeichniss der im Austausch empfangenen Schriften
(1 Februar 1891 bis 1. November 1892).

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. IX. Theil Heft 2.
Belfast. Natural History and Philosophical Society. Report and Proceedings 1890/91.
Bergen. Museum. Aarsberetning 1890.
Berlin. Königl. Preuss. Meteorologisches Institut. Ergebniss der meteorologischen Beobachtungen. Jahr 1888, 1890, 1891. Abhandlungen I, No. 1—5.
Gesellschaft naturforschender Freunde. Sitzungsbericht 1890, 1891.
Botanischer Verein der Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 31. u. 32. Jahrg. Register 1.—30. Jahrg.
Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mittheilungen 1890, 1891.
Bistritz. Jahresbericht der Gewerbeschule XV. XVI.
Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens. 47. Jahrg. 2. Hälfte; 48. Jahrg. 1. Häfte; 49. Jahrg. 1. Hälfte.
Boston. Society of Natural History. Procedings Vol. XXV, pt. 1. 2.
Braunschweig. Verein für Naturwissenschaft. Jahresbericht XI, 1887/88 und 88/89 Kloss, Geologische Verhältnisse des Untergrundes.
Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen XII, Heft 1, 2.
Breslau. Schlesische Gesellschaft für Vaterländische Kultur. Jahresbericht 68 und Ergänzungsheft; 69 und Ergänzungsbericht.
Verein für schlesische Insektenkunde. Zeitschrift für Entomologie. Neue Folge, 17. Heft.
Bridgeport. Scientific Society. List of Birds of Bridgeport.
Brünn. Naturforscher-Verein. Verhandlungen. Bd. XXVIII, XXIX
Meteorologische Commission. Bericht. VIII, IX.
Brüssel. Académie royale des sciences. Bulletins. XVIII—XXI.
Mémoires couronnés des savants étrangers. Tom. 50, 51. Mémoires couronnés et autres memoires. Tom. 43—45. Annuaire 1890, 1891.
Catalogue des livres de la bibliothèque. 2me part., 3me fasc.

Budapest. Königlich ungarische naturforschende Gesellschaft. Mathematisch-natur. wissenschaftliche Berichte. Vol. VIII, IX. Pungar, Gryllodea; Hermann, Petenyi; Daday, Litteratura zoologica hungarica.
Természetrajzi Füzeteck (Naturhist. Hefte). Vol. XIII, 2—4; XIV 1—4; XV.
Buffalo. Society of Natural Sciences. Bulletin. Vol. V, No. 3.
Caen. Société Linnéenne de Normandie. Bulletin. III. IV.
Calcutta. Asiatic Society of Bengal. Journal. Vol. 58 pt. II, No. 4; Vol. 59 pt. II, No. 2, 3; Vol. 60 pt. II; Vol. 61 pt. II, No. 1—4.
Cambridge. Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Memoirs Vol. XIV, No. 2. Vol. XXI, No. 1. Bulletin Vol. XVI, No. 10, Vol. XX, No. 6—8; Vol. XXI, No. 2—5; Vol. XXII, No. 1, 2—4; Vol. XXIII, No. 1, 2, 3. Annual Report 1890/91.
Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles. Tom. 26, 27.
Christiania. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Bd. V, Heft 1, 2, 3.
Den Norske Nordhavs Expedition XX. XXI.
Kgl. Universitäts-Bibliothek. Reusch, Bømmeløen og Karmøen.
Chur. Naturforschende Gesellschaft in Graubünden. Jahresberichte. 34. Jahrgang.
Danzig Naturforschende Gesellschaft. Schriften. Bd. VII, Heft 4.
Davoz. Verh. Schweiz. Naturf. Gesellsch. 73. Jahresversammlung 1889/90.
Dorpat. Naturforschende Gesellschaft bei der Universität. Sitzungsberichte. Bd. IX, Heft 2. Schriften. Vol. VI.
Dresden. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Jahresbericht 1890/91; 1891/92. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1890 No. 1 und 2; 1891.
Dublin. Royal Society. Scientific Proceedings. Vol. VI, pt. 7—10; VII, pt. 1, 2. Scientific Transactions Vol. VI, No. 6—8.
Royal Irish Academy. Proceedings (3. ser.). Vol. I, No. 5; II, No. 1, 2. Transactions Vol. XXIX. pt 16—19. Cunningham Memoirs No VI, VII.
Düsseldorf. Mitth. Naturw. Verein 2. Heft.
Edinburg. Royal Society. Proceedings. Vol. XV, XVI, XVII. Transactions Vol. XXXIII, pt. 3; XXXIV, XXXV, XXXVI, pt. 1.
Emden. Naturforschende Gesellschaft. 75., 76. Jahrgang.
Erlangen. Physikalisch-medizinische Societät. Sitzungsberichte 1891, Heft 23.
Firenze. Biblioteca nazionale centrale. Bolletino. No. 122—130, 132—140, 141—152, 154—160, 163. Bolletino opere moderne straniere. Vol VI, No. 1, 4, 5, 11; VII No. 13.
San Francisco. California Academy of Sciences. Proceedings. (2. ser.) III, pt. 1. Occasional Papers. Vol. I. II.
Frankfurt a. M. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. Berichte 1891. 1892. Abhandlungen Bd. XVI, Heft 3, 4. Bd. XVII, Heft 1, 2. Hartirt, E. Catalog der Vogt-Sammlung. Böttger, O. Catalog der Batrachier-Sammlung.

Aerztlicher Verein. Jahresbericht. 34. Jahrgang. Statistische Mittheilungen über den Civilstand der Stadt Frankfurt. Jahrgang 1890.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein Helios. Monatliche Mitteilungen. VIII. Jahrgang No. 8—12; IX, No. 1—10.
Societatum Litterae. V. Jahrgang. No. 1—12.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Bericht. Bd. V, No. 1, 2.

Freiburg (Schweiz). Société Fribourgeoise des Sciences naturelles. Compte-rendu 1887—1891.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht 1888/89; 1889/90.

Genova. Reale Accademia Medica. Bolletino. Anno VI. fasc. 4.

Görlitz. Oberlausitzische Gesellschaften der Wissenschaften »Neues Lausitzisches Magazin.« Bd. 67; Bd. 68, Heft 1.

Göttingen. Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften. Nachrichten. Jahr 1890, No. 1—16. 1891, 1—11.
Mathematischer Verein an der Universität. 41. Semester. S. 1889.

Graz. Verein der Ärzte in Steiermark. Mitteilungen. 27. Jahrg.
Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Jahrgang 1890.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein von Neu-Vorpommern und Rügen. Mittheiteilungen. Jahrgang 23.
Geographische Gesellschaft. Jahresbericht IV.

Güstrow. Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. 44. Jahrg., dazu Bachmann, Landesk. Litteratur Grofsh. Meckl.; 45. Jahrg.

Haarlem. Musée Teyler. Archives (Ser. 2) Vol. III, 4. Teil. 5, 6.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions. Vol. VII, pt. 4.

Halle a. S. Leopoldina. Heft XXVII, XXVIII No. 1—14.
Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1891.

Hamburg. Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung. Verhandlungen. Bd. VII.
Mathematische Gesellschaft. Mittheilungen. Vol. III, Heft 2.
Deutsche Seewarte. Monatsbericht für jeden Monat des Jahres. XIV. XV. und 3 Beihefte. Archiv der Deutschen Seewarte XIII. XIV. Katalog der Bibliothek.
Wissenschaftliche Anstalten. Jahrbuch VIII.

Harrisbury. Second Geological Survey of Pennsylvania. Report of Progress 1888/89. Atlas of Northern Anthracite Fields pt. 6 AA. Atlas of Southern Anthracite Fields pt. 4 AA. Atlas Middle Western Anthracite Fields pt. 3 AA.

Heidelberg. Medicinisch-Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 4. Bd., Heft 4, 5.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Medeelanden. Heft 16. Acta Vol. VI, VII.

Jassy. Société des Médicins et Naturalistes. Bulletin. Vol. V, No. 1—5; Vol. VI, No. 3, 4.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein. Schriften. Bd. VIII. Heft 2; IX, Heft 1.

Klagenfurt. Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnthen. Jahrbuch. Heft 21. Diagramme der magnetischen etc. Beobachtungen zu Klagenfurt. Witterungsjahr 1890.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. Schriften, 31., 32. Jahrgang.

Landshut. Botanischer Verein. Bericht 11 (1888 u. 89).

Leipzig. Museum für Völkerkunde. Bericht 17, 18.

London. Zoological Society. Proceedings 1891, Index 1881—90, 1892 pt. 1, 2. Transactions Vol. XIII, No. 1—4.

Royal Society. Philosophical Transactions. Vol. 181 A. B.; 182 A. B. Council 1890. 1891. Proceedings No. 296—308, 310—313.

St. Louis. Missouri Historical. Proceedings. Missouri Botanical Garden: 2. Ann. Rep. 1891. Academy of Science. Bericht 1890.

Lübeck. Naturhistorisches Museum. Jahresbericht. 2. Reihe, Heft 1, 2.

Lugano. Atti Soc. Helv. Sci. Natur 1888/89.

Lund. Acta Universitatis Lundensis. T. XXVI, XXVII andra afdelingen.

Manchester. Rep. Manchester Mus. Owens College v. 1. Okt. 1889—30. Spt. 1890.

Meriden. Scientific Association. Transactions, Vol. IV.

Mexico. Societ. Cientific. Antonio Alzate. Mem. Vol. VI, No. 9, 10.

Milwaukee. Occas. Papers of the Nat. Hist. Soc. of Wisconsin. Vol I, No. 3.

Minnesota. Geological and Natural History Survey. Bulletin 6. Reports 18.

Montpellier. Académie des Sciences et Lettres. Tom. XI, No. 2.

Montreal. Royal Society of Canada. Transactions 1890. Vol. VIII.

Moskau. Société Impériale des Naturalistes. Bulletin. 1890, 3, 4; 1891. 1; 1892, 1.

München. Königlich Bayerische Academie. Mathem. Classe. Abhandlungen. Bd. XVII, No. 2 und Beilage. Sitzungsberichte 1890; 1891 Heft 2, 3; 1892 Heft 1, 2.

Münster i. W. Westfälischer Provinzial-Verein. Jahresbericht. XVIII, XIX, XX.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin. Tom X, fasc. 23, 24. Bulletin des Séances. Année II, No. 4—7.

Neapel. Zoologische Station. Mittheilungen. Bd. IX, Heft 4; Bd. X, Heft 1, 2, 3.

New-Haven. Connecticut Academy. Transactions. Vol. VIII, pt. 1

New-York. American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. II, No. 3, 4; Vol. III, No. 1 and pp. 117—122; No. 2. Annual Report 1889/90, 1890/91.

Academy of Sciences. Annals. Vol. IV, No. 12; Vol. V, No. 1—6; Vol. VI. Transactions Vol. VIII, No. 5—8; Vol. IX, No. 1—8; Vol. X No. 2, 3. 6.

Nijmwegen. Nederlandsch Kruidkundig Archief. Deel IV, Stück 1.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Jahresbericht und Abhandlungen. 1890 IX. Bd.

Offenbach a. M. Verein für Naturkunde. Jahresbericht 29—31.

Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. VIII. Jahresbericht.

Paris. Société Zoologique de France. Bulletins. Vol. XVI; XVII, No. 1—6. Mémoires Tom. III, No. 4; IV; V.

St. Petersburg. Académie Impériale des Sciences. Suppl. zu T. XXXII, No. 4. Mélanges Biologiques VII. Livr. 1; XIII. Livr. 1.
Comité Géologique. Bulletin. Tom IX, No. 7—10; X, No. 1—9. Suppl. zu Tom. X; Tom. XI, No. 1—3. Mémoires Vol. IV, No. 2; Vol. V, No. 1—5; Vol. VIII, No 2; Vol. X, No. 1; Vol. XI, No. 2; Vol. XIII, No. 1.
Acta Horti Petropolitani. Tom. XI, fasc. 2.
Mineralogische Gesellschaft. Verhandl. (2. Ser.). Band XXVIII.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings 1890 pt. 2, 3; 1891; 1892 pt. 1.
Geological Survey of Pennsylvania. Atlas of Southern Anthracite III A, A.; Atlas of Gas Region 15.

Pisa. Società Toscana di Science Naturali. Processi verbali Vol. VIII. Atti Vol. VIII. Memorie Vol. VI, fasc. 5.

Portland. Society of Natural History. — N. L. Brown, Catalogue of the birds. Portland Catalogue of Maine Plants, 2 m. edit.

Stavanger. Museums Aarsberetning 1890.

Prag. Lese- und Redehalle der Deutschen Studenten. Jahresbericht 1890, 1891.

Reichenberg. Verein für Naturfreunde. Mittheilungen. Jahrgang 21, 22, 23.

Riga. Naturforscher-Verein. Correspondenzblatt 34. Arbeiten 7.

Roma. R. Comitato Geologico d'Italia. Bolletino: Vol. XXI.
Biblioteca nazionale Centrale Vittorio-Emanuele. Vol. VI, No. 2, 3, 10 und Index alf. Vol. VII, No. 14, 17, 18, 19, 20.
Reale Accademia dei Lincei. Vol. VII, 1—4, 5, 6, 8, 9—12, 6—8, 9—11, 12. (Ser. 5.) Vol. I, 1, 5, 9, 10, 11, 12. Vol. I, 2. Semestre 1—6.

Rotterdam. Société Batave de Philosophie expérimentelle. Programme 1890.

Salem. Essex Institute. Bulletin XXI, No. 7—12; XXII, No. 1—9.
American Association for Advancement of Science. 39. Meeting.

Sydney. Linnean Society. Proceedings Vol. IV, pt. 2—4; V, pt. 1—4; VIII, pt. 1—4; IX, pt. 1—4; X, pt. 2—4.

Stavanger. Museums Aarsberetning 1890.

Stuttgart. Verein für Vaterländische Naturkunde in Württemberg. 47., 48. Jahrgang.

Tasmania. Royal Society. Papers and Proceedings 1889.

Tokio. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Heft 46. (Fortsetzung s. Yocohama.)
Journal of the College of Science. Vol. IV, pt. 1, 2; V, pt. 1, 2.
Imperial University. Calendar 1890/91, 1891/92.

Topeka. Kansas Academy of Science. Transactions XII, pt. 1.

Toronto. The Canadian Institute. Proceedings Vol. VII, No. 1, 2; Vol. I, pt. 2. Transactions.

Trenton. Natural History Society. Vol. II, No. 2.
Vol I, pt. 1 No. 1; II, pt. 1. Annual Report Session IV.

Trieste. Società Adriatica di Scienze naturali. Vol. XIII, pt. 1, 2.

Tromsö. Museums Aarshefter XIII, XIV. Aarsberetning 1889.

Ulm. Jahresh. Ver. Math. Naturw. IV.

Washington. United States geographical Survey. Report 9, 10. Monographs 1890, Vol. I. Bulletin No. 48—53, 54—57, 58—61, 62, 63—64, 65, 66, 67—81. Mineral Resources of the United States 1888.
Smithsonian Institution. Annual Report 1888, 1889, 1890. Miscellaneous Collections Vol. 24, No. 1—3, 594, 669 u. 785. Contributions to Knowledge Vol. XXVII, No. 801.
Bureau of Ethnology. J. O. Dorsey, Omaha und Ponka Letters; C. Thomas, Catal. prehistoric works east of Rocky mountains. Pilling, Allgonquian Languages.
Commission of Agriculture. North American Faune No. 5.
U. S. National Museum. Bulletin 41, 42. Proceedings XIII. Annual Report 1888.

Wernigerode. Naturwissenschaftlicher Verein. Schriften. Bd. V, VI.

Wien. K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen. 1890, 14—18; 1891, 1—18 1892, 1—10. Jahrbuch Bd. 40, No. 3, 4; 41, No, 1; 42, No. 1.
K. K. Zoologisch-Botanische Gesellschaft. Verhandlungen. Bd. 41, No. 1, 2, 3, 4; 42, No. 1, 2.
K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen Bd. VI, No. 1—4; Bd. VII, No. 3.
Entomologischer Verein. Jahresbericht 1891. — Wiener Entom. Zeit. XI. Jahrgang. I. Heft.
Lotos. Neue Folge. Bd. XI, XII.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 44.

Yokohama. Deutsche Gesellsch. Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Mittheilungen. Heft 48, 49.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschriften. Jahrg. 34, Heft 3, 4; Jahrg. 36, Heft 2; Jahrg. 37. Heft 1, 2.

Als Geschenk eingegangene Schriften.

W. Latzina. Géographie de la République Argentine. Buenos Ayres 1890.

W. Bezold. Das K. Preuss. Meteor. Institut und dessen Observatorium in Potsdam. Berlin.

Ch. A. B. Kuth. Offener Brief an alle Mathematiker. Hamburg.

E. Zacharias. Über die Zellen der Cyanophyceen. Leipzig.

— Über das Wachstum der Zellhaut bei Wurzelhaaren.

— Einige Bemerkungen zu Guignards Schrift: Nouvelles études de Fícondation. Leipzig.

— Über Val. Deinega's Schrift; Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnis über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Moskau.

— Über Bildung und Wachstum der Haut bei Chara foetida. Berlin.

C. Möbius. Die Tiergebiete der Erde. Berlin 1891.

Dle Behaarung des Mammuths. Berlin 1892.

G. Cohen u. W. Deeche. Sind die Körungen in der Lagerung der Kreide an der Ostküste von Jasmund durch Faltungen zu erklären? Greifswald 1891.

— Über Geschiebee aus Neu-Vorpommern und Rügen. Greifswald 1891.

— Über die krystallinen Grundgebirge der Insel Bornholm. Greifswald 1891.

E. v. Sandberger. Bemerkungen über die Arten der Gattung Bronteus. Wiesbaden.

— Über die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Baloch im württembergischen Schwarzwald. München.

Übersicht der Mineralien des Regierungs-Bezirkes Unterfranken und Aschaffenburg. Cassel 1892.

H. Wilde. Über die Ursachen der Phaenomene des Erdmagnetismus sowie über einen elektromagnetischen Apparat zur Darstellung der säkularen Veränderungen in seinen horizontalen und vertikalen Componenten. Halle a. S.

M. Pouce de Leon. Estud. de Lazábila ò el Aloe Mexicane.

Burmeister. Los Objetos da Hist. Nat. Nuev. ò poco conoscidos. Buenos Ayres 1891.

Bericht erstattet von dem engeren Ausschuss des Comités zur Begründung einer Helmholtz-Stift. Berlin.

Ansprachen u. Reden, gehalten bei der am 2. Nov. 1891 zu Ehren von H. v. Helmholtz veranstalteten Feier. Berlin 1892.

H. Hertz. Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig 1892.

E. Ritter. Die eindeutigen automorphen Formen vom Geschlechte o. Leipzig 1892. Inaugural-Dissertation.

Verzeichnis der Mitglieder.

Abgeschlossen am 31. Dez. 1892.

Der Vorstand des Vereins bestand für das Jahr 1892 aus folgenden Mitgliedern:

Erster Vorsitzender:	HERMANN STREBEL.
Zweiter »	Prof. KRAEPELIN.
Erster Schriftführer:	Dr. L. KOEHLER.
Zweiter »	Dr. R. TIMM.
Archivar:	Dr. PFEFFER.
Schatzmeister:	J. ARTHUR F. MEYER.

Ahlborn, F., Dr., Oberlehrer am Realgymn. des Johanneums	Hamburg.
Ahlborn, H., Professor am Realgymnasium des Johanneums	»
Albers, H. Edm.	»
Amsinck, J., Dr. med., Arzt	»
Bahnson, Dr., Prof., Lehrer am Realgymnasium d. Johanneums	»
Bauch, E. M., Kaufmann	»
Bebber v., Dr. Prof.	»
Becker, C. S. M., Kaufmann	»
Behn, J. F., Dr., Anwalt	»
Berendt Max, Ingen.	»
Berlien, E., Dr., Fabrikant	Altona.
Berliner, Arn., Dr.	Hamburg.
Berthold, Dr., A., Anwalt	»
Bibliothek, königl.	Berlin.
Bigot, C., Dr., Fabrikbesitzer	Hamburg.
Bock, August, Münzwardein	»
Bohnert, Dr.	»
Bolau, Dr., Dir. d. Zool. Gartens	»
Bolte, Dr., Assistent a. d. Dtsch. Seewarte Abt. IV.	»
Borgert, Dr.	»
Böger, R., Dr., ord. Lehrer an der höheren Bürgerschule	Hamburg.
Bösenberg, Wm., Kaufmann	Pforzheim.
Braasch, Dr., Oberlehrer an der höheren Bürgerschule	Hamburg.
Brackenhoeft, Dr. E. Anwalt	»
Brandis, Dr. med.	»
Bremer, J. C.	Altona.
Brick, Dr. C.	Hamburg.
Brunn, M. von, Dr., Assistent am Naturhist. Museum	»
Buhbe, Charles	»
Buchheister, J., Dr. med., Arzt	»
Burau, H., Kaufmann	»
Burmeister, H., Kaufmann	»
Busche, G. v. d., Kaufmann	»
Cappel, C. W. F., Kaufmann	»
Carr, Rob. S., Kaufmann	»
Christiansen, T.	»
Classen, Johs., Dr., Assistent am Physikal. Staatslaboratorium	»
Cohen, Gustav, Kaufmann	»
Cohn, Martin, Dr. med.	»
Conn, Oscar, Kaufmann	»
Cordes, Albert, Kaufmann	»
Crause, Philipp, Kaufmann	»
Dahlström, F. A., Photograph	»
Dehn, Max, Dr. med., Arzt	»

Dencker, F., Chronometer-Fabrik. Hamburg
Deseniss, F. H. »
Detels, Dr. »
Deutschmann, Rich., Prof. Dr. med. »
Dieckmann jr., H. W., Kaufmann »
Dilling, Dr., Schulinspektor »

Eckermann, G., Ingenieur »
Eichelbaum, Dr. »
Eichler, Carl, Dr. Altona.
Elias, Emil, Zahnarzt Hamburg.
Engelbrecht, A., Dr., Assistent am chem. Staats-Laboratorium »
Engel-Reimers, Dr. med., Arzt »
Erich, O. H. »
Erman, B., Dr. med., Physikus »
Ernst, Otto Aug., Kaufmann »
Ernst, O. C., in Firma Ernst & von Spreckelsen »

Fischer, Franz, Kaufmann »
Fischer, G. W., Kaufmann »
Fischer, W., Dr. Bergedorf.
Fitzler, J., Dr., Handels-Chemiker Hamburg.
Fixsen, J. H., Kaufmann »
Fraenkel, Eugen, Dr. med., Arzt »
Freese, H., Kaufmann »
Friederichsen, L., Verlagsbuchh. »
Fritz, R. »

Gerlach, Eug. »
Geske, B. L. J., Kommerzienrat Altona.
Geyer, Aug., Chemiker Hamburg.
Gilbert, H., Dr., Chemiker »
Glinzer, E., Dr., Lehrer an der Gewerbeschule »
Gottsche, Carl, Dr., Custos des Naturhist. Museums, Abteilung für Mineralien »
Gravert, H., Apotheker »
Gross, G., Dr., Dir. der Hansaschule Bergedorf.
Grosskurth, Dr., ord. Lehrer an der Klosterschule Hamburg.
Günter, G. H., Kaufmann »
Güfsefeld, O., Dr., Chemiker »
Guttentag, S. B., Kaufmann »
Haas, Th., Sprachlehrer »
Haeffner, M. Wandsbeck.
Hagen, Carl, Dr. Hamburg.
Hanning, Georg, Kaufmann »
Hansen, G. A. »
Hasche, W. O., Kaufmann »
Hausenfelder, Johs., Seminar-Oberlehrer »
Heinemann, Dr., Lehrer »
Heinsen, C. J., Dr., Anwalt »
Helmers, Dr. »
Hempel, C. Dr., Chemiker »
Hennicke, B., Ingenieur »
Herzberg, Heinr., Kaufmann »
Hinneberg, P., Dr., Apotheker Altona.
Hipp, Dr., Apotheker Hamburg.
Hoff, E., Oberlehrer Altona.
Hoffmann, Alfr., Bureauchef der »Hamburger Nachrichten« Hamburg.
Hoffmann, E. Kaufmann »
Hoffmann, G., Dr. med., Arzt »
Höft, C. A., Chirurg »
Holten, K., Cand. pol. Wandsbeck.
Homfeld, Gymnasiallehrer Altona
Hüllmann jun. Hamburg.
Jaffé, Dr. med., Arzt »
Jantzen, A., Kaufmann »
Karnatz, Gymnasiallehrer »
Karstens, R. »
Kayser, Th. »
Keferstein, Dr., ord. Lehrer am Wilhelm-Gymnasium »
Kiefsling, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums »
Koehler, L., Dr., Lehrer »
Koepcke, J. J., Kaufmann »

Koepcke. A., Dr., Realschullehrer Ottensen.
Koeppen, Prof., Dr., Meteorolog der Seewarte Hamburg.
Kotelmann, Dr. med., Arzt »
Kraepelin, Prof. Dr., Director des Naturh. Museums »
Kratzenstein, Ferd., Kaufmann »
Krüger, C., Dr. med., Arzt »
Krüfs, H., Dr., Optiker »
Krüfs, E. J., Optiker »
Kühnau, Max, Thierarzt »
Küsel, Kandidat des höh. Lehramts Altona.
Kuthe, E. F., Kaufmann Hamburg.
Lange, Oberförster Friedrichsruh.
Lange, Cand. d. höh. Lehramts Hamburg.
Lange, Wich., Dr., Schulvorsteher »
Langfurth, Dr., Apotheker Altona.
Lehmann, O., Dr. »
Lessing, G, Dr. med., Arzt Hamburg.
Lion, Eugen, Kaufmann »
Lipschütz, Gustav, Kaufmann »
Lipschütz, Louis, Kaufmann »
Lipschütz, Oscar, Dr., Chemiker »
Lomer, R., Dr. med., Arzt »
Lüders, C. W., Vorsteher des Museums für Völkerkunde »
Luther, Dr., Observ. d. Sternwarte »
Lüttgens, E, Apotheker Wandsbek.
Maafs, Ernst, Verlagsbuchh. Hamburg.
Martens, G. H., Kaufmann »
Mejer, C., Ziegeleibesitzer Wandsbek.
Mendelson, Leo Hamburg.
Mennig, Dr. med., Arzt »
Meyer, Ad. Aug., Kaufmann »
Meyer, Ed. Heinr. »
Meyer, Gustav, Dr. med., Arzt »
Meyer, J. Arthur F., Kaufmann Hamburg.
Meyer jr., J. H. O., Kaufmann »
Michaelsen, W., Dr., Assistent am Naturhist. Museum »
Michow, H., Dr. »
Mielck, W., Apotheker Hamburg.
Mielck, W. H., Dr., Apotheker »
Mielke, G., Dr. Altona.
Möhle, W., Kaufmann Hamburg.
Möller, Dr. Altona.
Naumann, Apotheker Hamburg.
Neumeyer, Geh. Admiralitäts-Rath, Prof., Seewarte »
Nevermann, Fr., »
Niederstadt, Dr., Chemiker »
Nölting, Johs., Dr. »
Oehlecker, F., Zahnarzt »
Oldach, Hermann, Dr., Chemiker »
Otte, C., Apotheker »
Paefsler, K. E. W., Dr. med. »
Partz, C. H. A., Hauptlehrer »
Paulsen, O., Dr. med. »
Pedraglia, C. A., Dr. med., Arzt »
Peters, W., Dr., Chemiker »
Petersen, Hartwig, Kaufmann »
Petersen, Johs., Dr. »
Petzet, Apotheker »
Pfeffer, G., Dr. »
Pflaumbaum, Gust., Dr. »
Pieper, G. R. »
Plagemann, Albert, Dr. »
Poeppinghausen, L. v. »
Prochownik, L., Dr. med., Arzt »
Putzbach, F., Kaufmann »
Rahts, Georg, Ingenieur »
Reh, L., Dr. »
Reiche, H. v., Dr., Apotheker »
Reincke, J. J., Dr. med., Physikus »
Reinmüller, P., Dr., Direktor der Realschule der Reform. Gem. »
Rimpau, J. H. Arnold, Kaufmann »
Rischbieth, P., Dr. Cuxhaven
Robinow, Carl, Kaufmann Hamburg.
Rodig, C., Mikroscopiker Wandsbek.
Roegind, Telegr.-Dir. Hamburg.
Ruland, F., Dr., Lehrer »

Rüter, Dr. med., Arzt Hamburg.
Sadebeck, Prof. Dr., Direktor des Botanischen Museums »
Sandow, E., Dr., Apotheker »
Sasse, C. »
Sänger, Dr. med., Arzt am Allgem. Krankenhause Eppendorf.
Schäffer, Cäsar, Dr. Hamburg.
Scheel, Aug., Kaufmann »
Schiffmann, Louis, General-Konsul »
Schinkling, Siegm. »
Schlotke, O. »
Schlüter, F., Kaufmann »
Schmidt, A., Privatier Wedel.
Schmidt, A., Prof. Dr. Hamburg.
Schmidt, Justus, Oberlehrer »
Schneider, C., Zahnarzt »
Scholvin, W. »
Schrader, C., Dr., Reg.-Rat Berlin.
Schröder, J., Dr. Hamburg.
Schröter, Dr., med. Arzt. »
Schütt, R. G., Dr. »
Schubert, H., Dr., Prof. an der Gelehrtenschule d. Johanneums »
Schultz, Wm., Kaufmann London.
Schulz, J. F., Herm,, Kaufmann, Hamburg.
Schulze, Karl, Dr., Lehrer an der höheren Bürgerschule »
Schwarze, Wilhelm, Dr. »
Schwencke, Hermann, Mechaniker »
Schwimmer, Max, Dr., Chemiker »
Selck, Apotheker »
Semper, J. O., Fabrikant Altona.
Sennewald, Dr., Lehrer an der Gewerbeschule Hamburg.
Sick, W., Dr., Apotheker »
Siemens, Edm. J. A., Kaufmann »
Siess, C., Apotheker »
Sieveking, Dr. med., Arzt »
Simmonds, Dr. med.. Arzt »
Sohst, C. G., Privatier Hamburg.
Spiegelberg, W. Th., Apotheker »
Steinkühler, Dr. med., Arzt »
Stelling, C., Kaufmann »
Strebel, Hermann, Kaufmann »
Stuhlmann, Dr., F. Offizier in Dienst. der Colonialverwaltung Ostafrika »
Thorn, E., Dr. Chemiker »
Thorn, H., Dr. med., Arzt »
Timm, Rud., Dr.. Lehrer an der neuen höheren Bürgerschule »
Traun, H., Dr., Fabrikant »
Troplowitz, Dr. Altona.
Tuch, Dr. Hamburg.
Uh, Rudolf, Kaufmann »
Ulex, G. F., Apotheker »
Ulex, H., Dr.. Chemiker »
Ullner, L. G. C., Kaufmann »
Unna, P G., Dr. med., Arzt »
Vogel, Dr. med., Arzt »
Voigt, A., Dr. »
Voigtländer, F., Dr. Assistent am chem. Staats-Laboratorium »
Volckmann, Caes. F., Kaufmann »
Voller, A., Prof. Dr., Direktor des Physikal. Staats Laboratoriums »
Vollers, Kreisthierarzt »
Völschau, J., Reepschläger »
Wagner, Dr., Oberlehrer »
Wahnschaff, Th., Dr., Schulvorsteher »
Walter, B., Dr., wissensch. Hülfsarbeiter am phys. Staats-Lab. »
Walter, H. A. A., Hauptlehrer »
Weber, Wm., J. C. »
Weiss, Ernst, Braumeister der Aktien-Brauerei St. Pauli »
Weiss, G., Dr., Chemiker »
Westendarp, W., Fabrikant »
Wibel, F., Dr., Direktor des Chem. Staats-Laboratoriums »
Wiebke, Anton, Kaufmann »

Wiebke, Paul M. » Hamburg.
Wille, A., Dr. »
Wimmel, Th., Dr., Apotheker »
Windmüller, P., Dr., Zahnarzt »
Winter, Ernst, Diamanteur »
Winter, E. H. »
Witt, Otto, Dr. »
Woermann, Ad., Kaufmann »
Wohlwill, Emil, Dr., technischer Leiter der Nordd. Affinerie »
Wolff, C. H., Medicinal-Assessor Blankenese.
Worlée, E. H., Kaufmann Hamburg.
Worlée, Ferdinand »
Wulf, John, Kaufmann »
Zebel, Gustav, Fabrikant »
Ziehes, Emil »
Zimmermann, Carl »
Zimmermann, G. Th., Dr., Schulvorsteher »
Zimpel, W., Kaufmann »

Ehren-Mitglieder.

Asa-Gray, Prof., Cambridge U.-S.
Ascherson, P., Prof., Dr., Berlin.
Beyrich, E., Prof., Dr., Berlin.
Bezold v., Prof., Dr., Berlin.
Bunsen, Prof., Dr., Heidelberg.
Claus, Carl, Prof., Dr., Wien.
Cohen, Emil, Prof., Dr., Greifswald.
Cohn, Ferd., Prof., Dr., Breslau.
Emin Pascha, Dr., Dautsch-Ost-Africa.
Fittig, Rud., Prof., Dr., Strassburg.
Haeckel, Prof., Dr., Jena.
Hartig, Robt., Prof., Dr., München.
Hegemann, Fr., Kapt., Hamhurg.
Helmholtz v., Prof., Dr., Berlin.
Hertz, Heinr., Prof., Dr., Bonn.
Koldewey, Adm.-Rath, Hamburg.
Koch, R., Prof., Dr., Berlin.
Kühne, W., Prof., Dr., Heidelberg.
Leukart, Prof., Dr., Leipzig.
Meyer, A. B., Dr., Dresden.
Moebius, C., Prof., Dr., Berlin.
Müller, Fritz, Dr., Blumenau (Brasilien).
Nordenskiöld, E. H., Frh. v., Prof., Stockholm.
Pettenkofer, v., Prof., Dr., München.
Preyer, Prof., Dr., Jena.
Pringsheim, N., Prof., Dr., Berlin.
Quincke, Prof., Dr., Heidelberg.
Retzius, G., Prof., Dr., Stockholm.
Reye, Th., Prof., Dr., Strassburg.
Sandberger v., Fridolin, Prof., Dr., Würzburg.
Schnehagen, J., Kapt., Hamburg.
Schwendner, S., Prof., Dr., Berlin.
Sclater, P. L., Dr., F. R. S., London.
Semper, C., Prof., Dr., Würzburg.
Steenstrup, Japhetus, Prof., Kopenhagen.
Temple, Rudolph, Budapest.
Tollens, B., Prof., Dr., Göttingen.
Warburg, E., Prof., Dr., Freiburg i. B.
Weber, C. F. H., Privatier, Hamburg.
Wiepken, C. F., Direktor des Grossh. Oldenb. Museums, Oldenburg.
Wittmack, Louis, Prof., Dr., Berlin.
Wölber, Francis, Konsul, Hamburg.
Weissmann, Prof., Dr., Freiburg i. Br.
Zittel v., Carl Alfred, Prof., Dr., München.

Korrespondierende Mitglieder.

Brunetti, Lodovico, Prof.,	Padua.
Buchenau, Prof.,	Bremen.
Cocco Luigi, Prof.,	Messina.
Davis, Dr.,	Edina, Liberia.
Dick, G. F.,	Mauritius.
Engelmann, Geo, Dr.,	St. Louis.
Eschenhagen, Max, Dr.,	Wilhelmshaven.
Fischer-Benzon, v., Dr.,	Kiel.
Grimsehl, E.,	Cuxhaven.
Hilgendorf, Dr.,	Berlin.
Mügge, O., Prof., Dr.,	Münster.
Müller v., Ferd., Baron	Melbourne.
Philippi, R. A., Prof.,	San Jago de Chile.
Raydt, Hermann,	Ratzeburg.
Richters, F., Dr.,	Frankfurt a. M.
Röder, v.,	Hoym, Anhalt.
Ruscheweyh, Konsul,	Rosario.
Schmeltz, J. D. E.,	Leyden.
Sieveking, E., Dr. med.,	London.
Spengel, J. W., Prof., Dr.,	Giessen.
Swanberg, L., Prof., Dr.,	Upsala.
Thompson, Edward, U.-S. Consul,	Merida Jucatan.
Zacharias, Prof., Dr.,	Strassburg.



aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

XII. Band.

~~Heft I.~~ Mit IX Tafeln.

INHALT:

1) Neue und wenig bekannte Korallen von Dr. Herm. Rehberg.
2) Die deutschen Süsswasser-Bryozöen. II. Entwickelungsgeschichtlicher Teil von Prof. Dr. Karl Kraepeli

---

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1892.

Neue und wenig bekannte

Korallen.

Von

Dr. Herm. Rehberg.

Neue und wenig bekannte Korallen.

Von

Dr. Herm. Rehberg.

Bei Betrachtung des grossartigen Reisewerkes der United States Exploring Expedition von Dana über Zoophyten könnte man annehmen, es müsse das darin ausführlich behandelte Gebiet der Riffkorallen ziemlich erschöpft sein. In Wirklichkeit sind aber in diesem Werke hauptsächlich nur die Korallen von Viti, Tahiti, den Sandwichinseln und von Singapore bekannt geworden. Das Hamburger naturhistorische Museum besitzt ausser von den genannten Fundorten — die Sandwichinseln ausgenommen — eine Reihe schöner Korallenstücke von den Palauinseln aus dem Museum Godeffroy, von Zanzibar durch Herrn Dr. Stuhlmann, von Nossibé bei Madagaskar durch das Haus O'Swald und von Japan, die im Tausch mit dem Berliner Museum erworben worden sind. Viele der von diesen letzten Fundorten herstammenden Arten erwiesen sich als mit den bisher beschriebenen nicht übereinstimmend und machten eine Bearbeitung notwendig, die mir der Director des Museums, Herr Professor Dr. Kraepelin, gütigst anvertraute.

Die vielerwähnten Schwierigkeiten, mit denen man bei der Bestimmung der Korallen zu kämpfen hat, sollten auch mir nicht unbekannt bleiben. Die Dana'schen Abbildungen sind häufig zu schematisch, zuweilen ungenau und oft gar unrichtig. Erst in neuerer Zeit haben wir zwei grössere Werke erhalten, in denen die Arten fassbar dargestellt und gewissenhaft aufgenommen sind. Es sind das die Werke von Klunzinger über die Korallen des roten Meeres und von Quelch über die Riffkorallen der Challengerexpedition. Dagegen sind viele der neueren Arbeiten noch weniger brauchbar als die älteren Werke von Ellis und Solander (1786) und Esper (1797), in denen man wenigstens, soweit es damals gelang, durch Abbildungen den Text verständlich zu machen suchte.

Zu der Schwierigkeit, durch mangelhafte Darstellung entstanden, tritt noch hinzu, dass die biologischen Verhältnisse von manchen Autoren nicht genügend beachtet wurden. Viele Species sind aufgestellt, die sich bei genauer Vergleichung als Jugendzustände erwiesen. Dazu sind aus der Gattung *Madrepora* die Arten *Madrepora tenuis Dana, Mad. vagabunda* Klunzg. und *nana Studer* vorläufig zu rechnen. Unter dem Stuhlmannschen Material von Zanzibar befand sich die ganze Entwicklungsreihe der *Mussa Hemprichi* Ehrenb., woraus ich sah, dass die Gruppe der *Lithophyllidae simplices* als Jugend-

zustände zu den *Lithophyllidae compositae* zu stellen sind. Es sind von den einfachen *Lithophyllien* nicht weniger als 16 Arten in 5 Gattungen beschrieben worden. Die Gattung *Mussa* durchläuft in ihrer Entwicklung die Gattungen *Lithophyllia* Edw., *Lithophyllia* Klunzg. und *Cynarina* Brüggemann, wodurch in der Hauptsache der Gang der Umbildung angedeutet ist. Die Zugehörigkeit der einzelnen Formen ist im speciellen Teil näher ausgeführt.

Merkwürdigerweise ist das Freisein der Korallen, d. h. das Vorkommen ohne Ansatzstelle als Merkmal bei manchen Gattungen benutzt. Wenn man bedenkt, dass die Embryonen oft 40 Tage zur Entwicklung gebrauchen, so wird man sich leicht vorstellen können, dass manche Individuen von den Riffen verschlagen werden, ohne eine genügende Ansatzstelle zu finden. Klunzinger erwähnt sogar das freie Vorkommen der *Madrepora vagabunda* Klunzg. Das Hamburger Museum besitzt eine *Psammocora exesa* Esp., die nirgends eine Ansatzstelle zeigt und frei auf dem Boden umhergerollt zu sein scheint. Ich selbst lege auf dies Merkmal keinen Wert und kann es zur Aufstellung neuer Gattungen, wie das bisher geschehen, keineswegs dienen.

Geradezu scherzhaft sind die sonderbaren Fundortsangaben *Milne Edwards* über *Stylophora pistillata* Esp. aus dem toten Meere, *Madrepora borealis* Edw. u. H. aus dem weissen Meer und *Montipora compressa* (L.) als fraglich aus dem Mittelmeer, die nach der Abbildung in Esper leicht als die *Montipora digitata* Dana von Singapore zu erkennen ist. Schliesslich hätte ich auch die Elbe als Fundort für Riffkorallen angeben können, denn auch hier werden zuweilen im Hafen Korallenstücke gefunden. In einem Falle ist sogar ein Stück einer Hafenmauer ganz wie auf Zanzibar und am roten Meer aus *Porites solidus* Forsk. gebildet, der vorher aus der Elbe gefischt und selbstverständlich aus irgend einem Schiff als Ballast ausgeworfen war. Auch die Angabe Vandiemensland ist irrig. Lamark hat einige Korallen von Terre de Vandimen am Carpentariagolf aufgeführt, woraus in manchen Handbüchern (z. B. bei *Echinopora rosularia* Lam.) Vandiemensland gemacht worden ist. In anderen Fällen hat man die vorliegenden Formen auf bereits beschriebene Formen bezogen, mit denen sie nichts zu thun haben, so führt Studer *Porites confertus* Dana, der sonst nur von Madagaskar bekannt ist, von der Galewostrasse auf. Wie ich mich aber in Berlin überzeugte, ist diese Form überhaupt keine Porites, sondern eine Tichoserisart und Studers fragliche *Mussa costata* Dana die hier beschriebene *Plerogyra simplex* n. sp. Haake führt in der Mauritiusfauna *Madrepora arduus* Dana auf, die nichts mit *M. carduus* gemeinschaftlich hat. Was wird das aber für eine sonderbare geographische Verbreitung, wenn solche Angaben kritiklos aufgenommen werden?

Eine Zusammenstellung der bekanntesten Riffbildungen mit dem heutigen Stande der Formenkenntnis dürfte zeigen, wie weit wir davon entfernt sind, auch nur ein annähernd reiches Material zu besitzen, um über den Zusammenhang der Riffe aus den ihnen eigentümlichen Formen Schlüsse ziehen zu können.

Die Ostküste Afrikas ist am meisten durchforscht und am besten bekannt. Ehrenberg und besonders Klunzinger haben die Formen des roten Meeres ziemlich erschöpfend behandelt. Das Material befindet sich im Berliner Museum, auch das Wiener

Museum besitzt durch Ransonnet-Villez Sammlungen von dort. Von Socotra besitzt das Hamburger Museum eine jugendliche *Herpetolitha limax* Esp. Von den übrigen langen Riffen bei Makadischa (4 bis 5 Meilen lang nach Dana), bei Lamu, die besonders aus Madreporen gebildet sein sollen, ist über die einzelnen Formen nichts bekannt. Erst von Zanzibar ist neuerdings reiches Material durch Dr. Stuhlmann an das Hamburger Museum gelangt, welches zeigt, dass eine grosse Übereinstimmung zwischen den Formen des roten Meeres und denen dieser Region besteht. Fast alle Formen des roten Meeres sind hier ebenfalls gesammelt, doch treten die bisher nur aus indischen Meeren bekannten Formen *Madrepora securis, Turbinaria cinerascens* Ell. u. Sol. und *Pavonia clavus* Dana neu hinzu. Einige Formen, welche das Hamburger Museum durch das Haus O'Swald von Nossibé erhalten, weichen merkwürdigerweise von den bisjetzt bekannten ab und sind in dieser Abhandlung beschrieben.

Die Riffe der Ostküste Madagaskars haben mit Zanzibar die alte Espersche Form *Porites conglomerata* gemein und wie es scheint eigentümlich.

Die von der Küste entfernt liegenden Inseln Bourbon, Mauritius, Rodriguez, Seychellen mögen unter sich grosse Übereinstimmungen zeigen, doch ist nur von Mauritius reicheres Material in den mir zugänglichen Museen vorhanden. Das Verzeichnis von Haacke in Möbius Meeresfauna von Mauritius p. 45 ist sehr wenig zuverlässig und verwirrt, statt aufzuklären. Für *Madrepora superba* Klunz. ist *Madr. pustulosa* Edw., statt *Madrepora carduus* Dana ist *Madr.* n. sp., statt *Porites Gaimardi* M. Edw. ist *Porites solida* Forsk., statt *Turbinaria frondesceus* ist *Turbinaria mesenterina* Lam. zu setzen. Die als *Favia amicorum* M. Edw. aufgeführte Form ist mir zweifelhaft geblieben, *Agaricia agaricites* Pallas als irrig zu streichen. Hinzufügen kann ich nach einer Sendung des Herrn G. Schneider in Basel noch *Madrepora capillaris* Klunz., *Montipora stilosa* Ehr. und die nur bis jetzt von dort bekannte *Madrepora granulosa* Ed. et H.

Ein besonders reiches Korallenleben soll sich nach mehreren Reiseberichten auf der kleinen südlich von den Seychellen gelegenen Inseln Coetivy entwickeln.

Über Rodriguez hat Brüggemann ein kleines Verzeichnis veröffentlicht. Über die Seychellenkorallen finden sich nur vereinzelte Notizen in Milne Edwards Hist. des Coralliaires. *Madrepora Rousseauii* Milne Edwards, *stigmataria* Edw. und *pustulosa* Edw. werden nur von dort aufgeführt.

Formen von den grossen Atollbildungen im indischen Ocean der Sagade Malha, der Chagos, der Keelinginseln, sowie von den Laccadiven und Malediven fehlt bis jetzt jede Kenntniss. Auch aus dem persischen Meere ist noch keine Koralle bekannt. Überhaupt ist es noch fraglich, ob Riffe dort vorkommen. Darwin zeichnet einen kleinen Fleck in der Meerenge von Ormuz, doch gründet sich diese Angabe nur auf eine Zeichnung, die es, wie Darwin selbst sagt, in Zweifel lässt, ob es sich hier um Sand- oder Korallenbänke handelt.

Ceylon ist wieder besser bekannt und dürfte die vollkommenste Sammlung die von Professor Haeckel nach Jena mitgebrachte sein. Einzelne Korallen wurden von Ridley Milne Edwards und Verrill (Astrangia palifera Verr. in Notes of Radiata in Transact. of the

Connecticut acd. of arts and sciences, vol. I. New-Haven p. 525, Taf. 2, Fig. 2) von Ceylon erwähnt. Auch vom Merguiarchipel haben wir durch Duncan nähere Nachrichten, der 84 Arten von dort aufzählt.

Die Singaporekorallen stellt Studer in den Berner Mitteilungen zusammen. Bei den Nikobaren und Andamanen, an der Südwestseite Sumatras, bei Java, Timor scheint wenig oder garnicht gesammelt zu sein. Auch von der Houtmann-Untiefe, den südlichsten Riffbildungen an der Westküste Australiens fehlt jede Nachricht.

Mit den Philippinen haben Semper und die Challengerexpedition den Anfang gemacht, doch lässt sich ein volles Bild von der Korallenfauna daselbst nicht machen.

Die Palauinseln sind von Semper und Kubary besucht, die dort Korallen gesammelt haben. Die Sempersche Sammlung ist ins Ausland gegangen, während die Kubarysche Sammlung zum grössten Teil sich im Hamburger Museum befindet. Die Formen zeigen grosse Abweichungen von den Singaporeformen sowohl wie von den Vitiformen. Fast die meisten Arten, die in diesem Aufsatz neu beschrieben sind, stammen von dort, so *Porites capricornis*, *Tridacophyllia elongata*, *Madrepora dichotoma*, *Clavarina composita* etc.). Von Hogolen oder Rug besitzt das Berliner Museum einige Formen und das Hamburger einige von Ponapé, die von Brüggemann beschrieben sind. Von den meisten übrigen Riffen der Admiralitätsgruppe, von Neu Guinea, Neu Irland und vom Salomonsarchipel besitzen wir nur einzelne dürftige Angaben. Auch die Australischen Formen sind nur in geringer Zahl zu unserer Kenntniss gelangt.

Einige Korallen der Bonininseln hat Verrill (Essex Instit. Bd. 5 und 6) beschrieben. Auch hier geht wie im roten Meere die Gattung *Madrepora* bis dicht an den 30. Breitengrad, doch scheint der Formenreichtum daselbst gering zu sein. Von der kleinen zwischen den Bonin- und Sandwichinseln liegenden Insel führt Dana eine Riesenmadrepora (*Madrepora cyclopea*) an, die dürftig beschrieben ist und der weiteren Bestätigung bedarf.

Nur von den Viti- und Sandwichinseln sind die Pacifickorallen etwas besser bekannt. Über die Maldeninsel zweifelte Darwin, dass dort Riffe vorkommen könnten; aus einer kleinen Collection, die Herr Capitain Pöhl erhielt, geht jedoch hervor, dass die früheren Angaben richtig sind.

Da also die Pacifickorallen nur von den Viti- und Sandwichinseln gut bekannt sind, wird die Artenzahl noch bedeutend vermehrt werden, wenn auch die übrigen Riffe genauer beachtet werden.

Die Antillenformen sind in Agassiz Floridariffs am besten dargestellt und dürften wie die des roten Meeres am vollständigsten bekannt sein.

Leider fehlte mir jedes Material von den Sandwichinseln, so dass ich von einer Revision in manchen Gattungen absehen musste. Es mag noch immer mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein, gute Korallen unverletzt zu erhalten. Leider werden zu häufig die kleinen unvollständigen Formen mitgebracht. Das Material des Hamburger Museums zeichnet sich durch besonders vollständige und sehr gut erhaltene Exemplare aus. Immerhin war mir die Durchsicht des Korallenmaterials in andern Museen von grossem Wert.

Die Herren Directoren Geheimrat Professor Dr. Möbius und Professor von Martens gestatteten mir gütigst das Studium der ebenfalls reichhaltigen Berliner Sammlung, wofür ich hier meinen aufrichtigsten Dank ausspreche. Ebenso danke ich dem Herrn Professor Dr. Brandt in Kiel, den Herren Directoren Dr. Lenz in Lübeck und Dr. Schauinsland in Bremen, die mir das Material der dortigen Museen bereitwilligst zugänglich machten.

Meinen besonderen Dank spreche ich noch Herrn Professor Dr. Kraepelin aus für die mehrfache Unterstützung zur Förderung meiner Arbeiten.

I. Madreporaria aporosa.

Fam. Turbinolidae.

Heterocyathus pulchellus n. sp.

Taf. I. fig. 7 a und b.

Der Polyper ist klein, oval, an der Mundöffnung beträgt der grösste Durchmesser 7 mm, der kleinste $5^{1}/_{2}$ mm. Die Höhe beträgt 4 mm. Der Kelch ist becherförmig mit grosser rundlicher und tiefer Öffnung, die im Innern durch den eingetrockneten Polypen schwarz erscheint. Am obern Rand treten die Septen in sehr verschiedener Höhe hervor, je nach der Rangordnung der Cyclen, von denen 5 ausgebildet sind.

Die Zahl der Septen beträgt an einem vollständigen Exemplar 44. Cyclus 1, 2 und 3 bilden auf der Aussenseite starke Rippen, Cyclus 4 und 5 dagegen schwächere und tiefer liegende. Sämmtliche Rippen sind stark gekörnt, nach unten häufig erweitert. Die Körner setzen sich auf der Unterseite fort und sind besonders an der Mündung des Sipunculiden ausgebildet. Der innere Rand der Septen ist steil, abschüssig und mit einer Menge zahnartiger Vorsprünge versehen. Die Columella ist nicht ausgebildet. Die Septen sind nach oben kantig abgerundet. Auf den Seiten tragen die Septen wie die übrigen Arten feine Dörnchen, die aber nach unten verschwinden. Zwischen den abwechselnd grossen und kleinen Rippen befinden sich tiefe Furchen, in denen eine besondere Struktur nicht zu erkennen ist.

Zwei Exemplare von der Westküste Australiens. Marenzeller hat bereits versucht, Klarheit in die irrtümlichen Beziehungen zu der Gattung *Stephanoseris* zu bringen und die wahrscheinlich doppelt beschriebenen Arten zu identifizieren. Nach meiner Ansicht umfasst Sempers *Heterocyathus philippensis* zwei Arten, nämlich Fig. 12 auf Tafel 20 gehört zu *Het. alternatus* Verr. und Fig. 13 und 14 zu *H. aequicostatus* E. H. Ist nun Fig. 12 bei Semper wirklich der Jugendzustand von *Het. Philippensis*, so musste auch *Het. alternatus* fallen. Ich habe von der letzten Form 4 (1 Ex. Westaustralien, 3. Javasee von der ersten 3 Exemplare (Chinasee) vor mir und muss es für unwahrscheinlich halten, dass aus einem nach oben erweiterten Polyper später ein nach oben verengter werden

---

[1]) Über einige japanische Turbinoliden. Annalen des naturh. Hofmuseums in Wien. Bd. III, p. 17—20.

könnte.[1] Was nun die Gruppe der auf Muscheln sitzenden Heterocyathusarten betrifft, so möchte ich bemerken, dass ich eine Form aus der Pandaw-Bay, die etwas klein ist und mit *Heterocyathus sulcatus* Verr. übereinstimmt nicht von *Het. lamellosus* trennen kann. Von 22 mir vorliegenden Exemplaren kommen 21 auf *Cerithium*, 1 Exemplar auf *Marginella* vor. In jeder Schnecke kommt der *Sipunculus* vor. Wir haben hier also eine Art Doppelsymbiose. Es liegt nahe, zu glauben, dass sich *Heterocyathus*, um sich vor dem *Sipunculiden* zu schützen, eine Schnecke aufgesucht hat, die dann statt der Koralle den *Sipunculus* aufnahm. Eine Ausnahme von dem Zusammenleben der 3 Tiere — Koralle — Schnecke — Wurm — d. h. das Fehlen eines derselben habe ich unter den 22 von mir untersuchten Exemplaren nicht gefunden. Eine Abhandlung über dieses interessante Zusammenleben der Tiere wurde von Stokes durch M. Edwards in Aussicht gestellt scheint aber ausgeblieben zu sein.

Heterocyathus oblongatus n. sp.

Taf. II, Fig. 1 und 2.

Der Polyper erreicht eine Höhe von 10 mm, ist cylindrisch, auf dem Querschnitt ganz schwach oval. Der grösste Durchmesser des Kelches beträgt 8 mm. Die Mundöffnung ist sehr flach und der untere Teil compact ausgefüllt. Die Septen sind sehr zahlreich treten weit in die Mundöffnung hinein und betragen beim vorliegenden Exemplar 54. Die Rippen der Aussenseite sind ziemlich gleichmässig und stark gekörnt. Die Körnelung setzt sich statt der Rippen über den Fusz hinaus fort. An der Seite zeigt das Exemplar einen Knospenansatz. Zwischen den Septen befinden sich besonders starke Dörnchen, die fast wie Synaptikeln die Septenwände verbinden. Im Gegensatz zur vorigen Art verläuft der innere Rand der Septen allmählich flach bis zur Mundöffnung. Der obere Rand der Septen erscheint schwach eingeschnitten.

Aus dem südchinesischen Meere durch Herrn Professor Martens gesammelt, mit der Bezeichnung 8^0 29′ N. 16 Faden tief.

Das Exemplar war als *Heterocyathus cochlea* Gmelin bestimmt, eine Bezeichnung, die möglicherweise seine Berechtigung haben könnte. *Madrepora cochlea* Spengler, Beskrivelse over et ganske besonderligt Corall prodeskt. (Nye Samling af det Danske videnskabenes Selskabs Skrifter, J. I., p. 240, Fig. a — c 1871) ist von Milne Edwards zu *Heteropsammia* gestellt und wahrscheinlich mit ebenso viel Recht als er sie zu *Heterocyathus* stellen könnte, da beide Gattungen in dürftigen Abbildungen grosse Ähnlichkeit zeigen.

---

[1]) Dana's Caryophyllia pocillum p. 379. Von Verrill zu Phyllangia gestellt, dürfte aber möglicherweise hierher gehören.

Fam. Oculinidae.

Amphihelia adminicularis n. sp.

Taf. IV, Fig. 1.

Ein im ganzen Stock becherartig erscheinende Koralle, deren Zweige spalierartig ausgebreitet sind. Die Unterseite trägt niemals Kelche, ist gegen den Fuss hin glatt und nach oben hin regelmässig gestreift. Die Streifen sind rauh und haben zu den Seiten also in den Vertiefungen punktartige Eindrücke, so dass der Zweig wie manche Flügeldecken der Carabusarten erscheinen. Die Oberseite zeigt dieselbe Structur, doch weniger deutlicher. Die Kelche stehen unregelmässig auf der Oberseite angeordnet und treten mit ihrem Rand wenig, höchstens einige Millimeter vom Stock ab. Die Öffnung ist rundlich bis oval, ziemlich gross bis 5 mm. Ich zähle meistens 24 Septen, die in drei Cyclen angeordnet sind. Die Septen treten wenig von der Mauer ab. Die Kelche sind tief und ohne Columelle. Nach der Aussenseite befinden sich ähnlich wie bei der Gattung *Lophohelia* die Septen auf der Mauer erhöht und nach aussen schwach angedeutet. Ein Cönenchym überzieht den ganzen Stock.

Die Ausbreitung des Cormus ist seitlich eine grössere (ca. 18 Am.) als aufwärts (14 mm).

Sowohl von Herrn Dr. Hilgendorf wie von Herrn Dr. Gottsche in Japan gesammelt.

Die Zugehörigkeit dieser Art zu der Gattung *Amphihelia* lässt sich nicht sicher begründen. Das einseitige Auftreten der Kelche war nicht hinreichend, eine neue Gattung aufzustellen. Der Habitus spricht für eine *Lophohelia*, in welcher Gattung sie wegen des deutlich vorhanden Cönenchyms nicht eingereiht werden konnte. Erst eine grössere Formenkenntniss wird die richtige Stellung erkennen lassen.

Cyathohelia axillaris Ellis and Solander.

Madrepora axillaris, Ellis and Solander, Hist. of Zooph., p. 153, pl. 13, Fig 5, 1786.

Bisher nur von Japan bekannt. Nach Exemplaren des Berliner Museums südlich bis Amboina.

Im Berliner und Hamburger Museum.

Madracis singularis n. sp.

Taf. I, Fig. 3 und 4.

Die Kelche sind 2—3 mm breit, ziemlich unregelmässig in Gestalt und Grösse, und nur an den Endzweigen rundlich. Das Cönenchym ist im Innern zellig, nach aussen sowie auf der Oberfläche compact. Die Kelche werden begrenzt durch eine Reihe rund licher Punkte. Nur selten bleibt ein Raum frei, in dem sich einzelne, nicht rauhe Punkte

befinden. Die Columella ist sehr deutlich entwickelt, etwas zusammengerollt und nach oben zugespitzt. Die Zahl der Septen beträgt 10, doch kommen zuweilen bis 18 vor. Die Septen sind ziemlich erhaben, an der Aussenseite senkrecht, auf der Oberfläche, mehr nach innen zart gekräuselt und verlaufen nach der Innenseite schräg und berühren in der Tiefe die Columella.

Die Colonie hat eine Höhe von 15 cm und eine äussere Breite von $4^1/_2$ cm. Der Stock hat, wie wohl bei den meisten Arten dieser Gattung die Gewohnheit, Gorgonien als Stützpunkt zu benutzen. Von der den Gorgonienstamm überziehenden Masse treten dann 3 cm lange und 15 mm dicke Zweige frei meistens rechtwinklig und mehr oder weniger bifacial hervor. Die Mittelzweige sind die stärksten, die obern die kürzesten und dünnsten.

Es ist dies die erste *Madracis*spezies, die aus dem Pacificocean stammt. Das sehr schöne Exemplar stammt von Levuka bei Viti aus 80 Faden Tiefe. Im Berliner Museum von der Bougainvilleinsel (Studers M. Hellana der Gazelleexpedition). Die wenigen Arten dieser Gattung haben alle grosse Ähnlichkeit untereinander. Am meisten ähnelt diese Art der *Madracis decactis* Lyman (Poc. Bos. Soc. Nat. Hist., Vol. VI. 1857 und Pourtalès, Deep-Sea Corals p. 28, Taf. VII, Fig. 1, 2 und 3). Doch sind die Septen steiler und oben gekräuselt, die Punkte stehen mehr entfernt. Die übrigen Arten stammen ebenfalls von den Antillen, nur *Madracis asperula* noch von Madeira und *Madracis Hellana* Val. von Mauritius. Mit dieser Art stimmen die Septen am besten überein, doch ist der ganze Stock rauh, auch fehlen die in der Zeichnung Taf. I, Fig. 3 angegebenen charakteristischen Punkte.

Ich hielt es für nöthig, die Art auch mit der ebenfalls von den Vitiinseln stammenden Gattung *Phyllopora* Tenison-Wood (Proc. of the Linn. Soc. of New South Wales, 1. Ser., Band 3, p. 97, Taf. 10, Fig. 2 und 2a) zu vergleichen, doch sind bei dieser Gattung nur 6 Septen vorhanden, das Conenchym ist rauh und compact. Der Stock bleibt sehr klein. Soweit es die mässige Abbildung erkennen lässt, ist diese Gattung mit der *Allopora* Ehr. identisch.

Stylophora gradata.

Taf. I, Fig. 1 und 2.

Dana, Expl. Exp., Taf. 49, Fig. 2.

Diese ausgezeichnete Species hat sicher Dana schon vor sich gehabt, sie aber mit mehreren andern Arten als Varietät zu *digitata Pall* gestellt, wahrscheinlich aber die echte *St. digitata* nicht vor sich gehabt.

Der Stock ist baumförmig, stark, 22 cm hoch, ein einzelner Zweig 2—3 cm breit. An den Seiten eines nicht zusammengedrückten Zweiges sitzen flache, rechtwinklig oder sehr wenig schräg abstehende Stufen meist 2 zweizeilig gestellt. Das Cönenchym ist mit regelmässigen kleinen Dornen besetzt, die häufig in polygonalen Reihen die Kelchgrenzen

angeben. Die Kelche stehen unregelmässig, oft 1 bis 3 mm von einander entfernt. Die Septen treten sehr wenig bei den alten Keleh von dem Kelchrand hervor, ragen aber bei den jüngren bis an die Columella. Der obere Kelch ragt meistens stark vor, ist zugespitzt dreieckig und auf dem Durchbruch compact, d. h. die auf dem Oberrand sich meistens bei allen Arten befindlichen Rillen laufen nur seitlich durch, verdichten sich aber in der Mitte vollständig. Die Columella ist deutlich sichtbar, papillenförmig, tritt aber im Alter mit den Septen mehr in die Tiefe.

Der Durchmesser der Kelche beträgt ziemlich genau 1 mm, bei den obern etwa $^1/_{10}$ mm mehr, bei den untern $^1/_{10}$ mm weniger.

Diese Art ist von allen übrigen durch ihren Wuchs ausgezeichnet und zeigt nur grössere Verwandschaft zu *Stylophora sinaitica* Brügg. (Neue Korallen aus dem Rothen Meer und von Mauritius, p. 396, Bremer Abh. 1879.) hat aber grössere Kelche, und die erweiterte obere Kelchwand eigenthümlich.

Stylophora digitata Pall. ist von Klunz. gut dargestellt. Hier sind die Stämmchen schlank und aufrecht regelmässig gegabelt.

Vorkommen: Duke of York und Viti Inseln.

Stylophora cellulosa Quelch.

Stylophora digitata var. coalescens Dana.

Diese Art hat sehr wahrscheinlich Dana als Variation von *Stylophora digitata* Forsk. aufgefasst. Ich erhebe aber nicht, wie es sonst üblich, den Dana'schen Variatätsnamen zum Artnamen, weil unter dieser Variatät noch zwei andere Arten erwähnt worden sind, nämlich die hier folgende *Styl. gravidata* und vielleicht die Quelch'sche *Stylophora flagellata* Quelch.

Fundort: Duke of York. Nach Quelch, Samboangan auf den Philippinen.

Pocilloporidae.

Pocillopora grandis Dana.

Pocillopora grandis, Dana, U. S. Expl., Exp. Zooph., p. 533, pl. 51, Fig. 2 (1846); M. Edw. et H. Hist. nat. cor. III, p. 307.

Wenn alle Angaben über das Vorkommen sich wirklich auf diese Art beziehen, so würde diese Art eine grosse Verbreitung haben. Nach Brüggemann von Rodriguez, nach Ridley von Ceylon. Nach dem Hamburger Museum kommt sie bei Ponapé, Samoa, Viti und Tahiti vor. Brüggemann führt von Rodriguez noch brevicornis Lam. an und ich möchte fast annehmen, dass diese Art nicht von *Pocillopora Hemprichi* Ehrbg. zu trennen wäre. *Pocillopora grandis* Dana ist leicht kenntlich an der zungenartig verbundenen Columella und an dem nach unten des Stockes strukturlos werdenden Cönenchym. Eine Revision der Arten ist nötig und sind die Trennungen nur nach den verschiedenen

Strukturverhältnissen möglich. Mir selbst fehlt jegliches Material von den Sandwichinseln, um über die Zusammengehörigkeit weiterer Formen sicher urteilen zu können. Auch war es mir in Berlin nicht möglich, aus dieser Gattung die Originale von Ehrenberg herauszufinden.

Pocillopora Danai Verr.

Pocillopora favosa, Dana, Expl., Exp. Zoophytes, p. 528, pl. 1 fig. 1.
Pocillopora danae Verrill, Proc. Essex Inst. vol. VI p. 23.
Mehrere Exemplare von Samoa.

Pocillopora Hemprichi Ehrenberg.

Pocillopora Hemprichii Ehrenberg, Korallen des r. Meeres p. 128, M. Edw. u. H. hist. nat. cor. III, p. 304.

Pocillopora stellata Verrill, Bull of the museum of comparative zoology. Cambridge 1864 p. 60.

Pocillopora Hemprichii Klunzgr., Korallen des roten Meeres. p. 69. Tafel VII, fig. 1., Tafel VIII, fig. 13.

An der Westküste Afrikas scheinen nur wenige Formen vorzukommen. Ich stelle die *Poc. stellata* Verr. hierher, obwohl Verr. diese Art mit *Poc. damicornis* Esp. vergleicht. Verrill nennt die Zweige »subparallel«, was auf *Hemprichi* Ehr. hindeutet. Die 12 Radialplatten treten nicht stärker hervor wie bei andern Arten. Rotes Meer, Mauritius, Zanzibar.

Pocillopora favosa Ehrenberg.

Pocillopora favosa (var. α sphaeroidalis und *β leptoclados)* Ehrb. Kor. p. 127. M. Edw. u. H. hist. nat. cor. III. p. 305.

Pocillopora mauritiana Brüggem. Neue Korallen-Arten aus dem roten Meer und von Mauritius. sp. 399. Taf. VII, fig. 4.

Pocillopora favosa Klunzgr., Korallen des roten Meeres. p. 68. Taf. VII, fig. 2. Taf. VIII, fig. 10.

Bis jetzt mit Sicherheit aus dem roten Meere, von Zanzibar, von Mozambique, Nossibé und Mauritius bekannt. Nach *Edwards* noch von den Seychellen.

Pocillopora paucistellata Quelch.

Pocillopora paucistellata Quelch, Report on the Reef-Corals p. 65, Taf. I, fig. 3 und 3 a.

Diese leicht erkenntliche Art scheint häufig zu sein. Nord-Australien. Palauinseln. Nach Quelch bei Ternate vorkommend.

Fam. Astraeidae.

Plerogyra simplex n. sp.

Tafel II, fig. 3.

Der Stock besteht aus vielen cylindrischen Kelchen, die sich schon früh isolieren. Bilden zwei oder 3 Kelche einen gemeinschaftlichen Cylinder, so sind sie doch an der Spitze durch eine Furche wieder getrennt. Die Septen in den Kelchen sind sehr unregelmässig angeordnet und geformt. Man kann 4 verschiedene Grössen unterscheiden, von denen jedoch die dritten und vierten Cyclen nur zuweilen ausgebildet sind. Die grössten Septen treten parallelrandig über den Mauerrand hervor und sind am Rande etwas umgeschlagen oder verdickt und oben flachkantig oder etwas abgerundet. Die Septen treten als starke Rippen, die bis an den Fuss erkennbar sind, auf der Aussenseite hervor. Die Mauern ragen über die Interseptelhohlräume als dünne Wände etwas hervor. Eine Columelle fehlt wie bei den übrigen Plerogyra-Arten. Die Kelchthäler sind mässig tief. An der Aussenseite befindet sich in einer Entfernung von 1 cm. vom Kelchrande herab eine deutliche, oft abstehende Epithek. Der ganze Stock ist wie bei den übrigen Plerogyra-Arten leicht und auf dem Querbruch locker.

Die Kolonie ist kaum 26 cm. hoch und ebenso breit. Ein Einzelkelch hat ungefähr 20 bis 35 mm im Durchmesser. Die Farbe des Stockes ist gelblich.

Das einzige bis jetzt bekannte Exemplar stammt von Neu-Irland (Studer's »*Mussa costata* Dana?«) und befindet sich im Berliner Museum.

Diese Art ist dadurch interessant, dass sie nur aus einfachen Kelchen besteht und gewissermassen eine grosse Lücke ausfüllt, indem nun auch diese Gattung wie manche andere aus einfachen und zusammengesetzten Formen besteht. Quelch hat merkwürdigerweise für eine mit anliegenden Kelchrändern vorkommende Form der Gattung (l. c. p. 76) *Physogyra* eingeführt, während *Duncan* die Gattung *Gyrosmilia*, die wie es scheint, damit identisch ist, einzog.

Mussa grandis Ed. u. Haime.

Mussa grandis Edw. u. Haime, Hist. des Cor. T. II. p. 334.

Diese von Edwards sehr mangelhaft beschriebene Art ist ohne Fundortsangabe. Verrill glaubt sie aus Australien zu kennen.

Ein Exemplar von Palau und ein anderes von Ponapé d. H. M. zeichnen sich durch besonders grosse Kelche und einen von der Basis entspringenden Stachelrand aus. Sonst giebt die Beschreibung wenig Anhaltspunkte. Nicht einmal die Grösse ist angegeben, weshalb ich hier eine kurze Beschreibung folgen lasse.

Die Septen stehen ziemlich weit, 9 auf 20 mm erster und zweiter Grösse. Der Aussenrand ist gerade, stark in die Höhe gezogen und mit zwei oder drei über die Septalfläche etwas erhebenden Dornen besetzt. Die Länge eines Kelches beträgt circa 10 cm, die Breite 3 cm. Im Innern wechselt die trabeculäre Columelle mit 3 — 6 blatt-

artigen, gezähnten, paliartigen Leisten ab. Die Isolierung der Kelche ist bei den Exemplaren, die sonst übereinstimmen, abweichend, indem sich das Exemplar von den Palauinseln mehr säulenförmig erhebt, während das von Ponapé eine grössere Ähnlichkeit mit den corymbösen Formen zeigt. Die Gesamthöhe beträgt 25 cm.

Mussa corymbosa Forsk.

Mussa corymbosa (Forsk) Klunz. Korallen des roten Meeres. 3. Teil p. 6. Taf. I, fig. 4 und 9.

Ein Exemplar von Zanzibar. Nach der Berliner Sammlung kommt diese Art südlich bis Ibo in Mozambique vor. Danach gehörte diese Art der ganzen Ostküste von Afrika an.

Mussa cristata Esp.

Madrepora cristata Esp. I, p. 150, tab. 26. Klunz. Korallen des roten Meeres. 3. Teil, p. 8. Taf. I. fig. 2, fig. 11.

Zanzibar nach der *Stuhlmann*'schen Sammlung.

Mussa Hemprichi Ehrbg.

Manicina Hemprichi Ehrbg. Kor. p. 101. Klunzinger. Korallen des roten Meeres. Teil III, p. 8. Taf. I. fig. 3 und 5.

Cynarina Lithophyllia Savignyi, auch Brüggem. . . . Savigni, Description Eg. Pol., tab. 4, fig. 2, ∠ 3. Caryophyllia . . . Aud. expl. pl. Sav. Brüggem., rev. of the recent. sol. Mussaceae in Ann. Mag. nat. hist. 1877. vol. 20. p. 305.

Cynarina Savignyi Klunz. Korallen des roten Meeres. Teil 3. p. 3 und 4.

Sclerophyllia margariticola Klunz. Korallen des roten Meeres. Teil III. p. 4. Taf. I. fig. 12.

Wie ich aus dem reichen Material, welches *Stuhlmann* bei Zanzibar sammelte, sehe, sind die Gattungen *Lithophyllia Sclerophyllia* und *Cynarina* Brügg. einzuziehen Dass Brügg. gegen Portalès und die alte Esper'sche Ansicht, die sich jetzt als richtig erweist, auftrat, ist wohl nur so zu erklären, dass Brüggemann die Formen nicht im Zusammenhange hatte. Die Gattung *Antillia* mag vorläufig eine Ausnahmestellung einnehmen, doch ist durch das Vorhandensein einer Epithek keineswegs die Gattungsberechtigung ausgesprochen. Es will mir sogar scheinen, als setze der Embryonalpolypar einen muschelartigen Becher ab, während später durch den Mantel Rillen an der Aussenmauer abgesetzt werden. Die Verwandtschaft zwischen *Antillia* und *Trachyphyllia* ist sehr gross, aber dadurch, dass die Antillien in Gips mit ihren Ansatzstellen befestigt waren, konnte ich eine sichere En scheidung über die Vollständigkeit nicht treffen.

Mussa laciniata Tenison-Wood.

Mussa laciniata Tenison-Wood, On some Corals from Darnley Island, Transactions of the Linnean Soc. of South-Wales. 1. Serie. Bd. 3. 1878. p. 128. Taf. 9.

Diese von den Darnleyinseln nördlich von Australien bekannt gewordene Art glaube ich von der Ostküste Australiens, der Nähe Rockhamptons, vor mir zu haben. Beschreibung und Abbildung bei Tenison-Wood lassen allerdings sehr viel zu wünschen übrig. Leicht erkenntlich ist diese Art an der fast glatten Aussenfläche, an den meistens isolierten oder wenig vereinigten Kelchen und den wenig vorragenden und gleichmässigen Septen.

Mussa fistulosa Edw. u. H.

Mussa fistulosa Milne, Edwards et Haime, Ann. des Sc. nat. 3 ser. t. XI. p. 147. 1849 und Hist. des coral. p. 332. taf. 3. fig. 3.

Quelch giebt von dieser Art Kandavu bei Viti als ersten Fundort an und erwähnt bei dieser Art das Vorkommen einer festen dicken Columelle, was auch bei meinem Exemplar zutrifft, während Edwards angiebt, die Columella sei wenig entwickelt. Da nun aber diese Art durch ihre röhrenförmigen Septaldornen sehr charakteristisch ist, so ist es sehr wahrscheinlich, dass Quelch und ich die Edward'sche Art unter *M. fistulosa* richtig gedeutet haben.

Vorkommen: Kandavu bei Viti (Quelch). Duke of York (M. H.).

Mussa crassidentata n. sp.

Tafel I, fig. 5.

Die Kelche bleiben stets getrennt oder lehnen sich dicht aneinander, ohne die Kreisform aufzugeben. Der ganze Stock ist nur 10 cm. hoch und im weitesten Durchmesser 15 cm. lang, am geringsten Durchmesser 9 cm. breit. Die kleine Fläche enthält 15 gut ausgebildete Kelche. Die Septen stehen in 2—3, zuweilen in 4 Cyclen. Die Septen der ersten Cyclen sind stark bedornt. Die Dornen überragen den Aussenrand einen ctm. weit, erheben sich kammartig an der Spitze, sind meistens hohl, an der Innenseite meistens nur mit wenigen langen Vorsprüngen besetzt. Am Aussenrand der Kelche ist eine deutliche Epithek sichtbar, von der abwärts einzelne starke, verkalkte Dornen bis an den Fuss des Stockes sichtbar sind. Die Cyclen zweiter Ordnung sind wenig oder sehr fein gezähnelt. Die Columella ist spongiös trubeculär.

Vorkommen: Palauinseln.

Es ist sehr schwer zu sagen, ob diese Spezies mit einer von den Milne-Edwardschen Arten nähere Verwandtschaft zeigt, da hierzu die gegebenen Diagnosen nicht ausreichen. Von den besser bekannten Arten steht sie am nächsten der *Mussa corymbosa* Forsk. aus dem roten Meere. Im übrigen hat sie mit *Mussa fistulosa* M. E. u. H. die Eigentümlichkeit gemein, hohle Septalzähne zu besitzen.

Symphyllia subtilis n. sp.

Tafel I. fig. 6.

Die Hügel lassen eine schwache Rille auf ihrer Firste erkennen. Die Thäler sind verhältnismässig kurz, wenig gewunden, in der Mitte weniger tief als am Rande (bis 25 mm.).

Fig. 1.

2.

3.

\+

7b

5.

6.

7a

8.

12.

10

9.

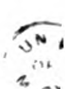
13.
nat. Grösse.

11.

E. Stender del

G. Zuck lith Hamburg

Dr. H. Rehberg. Neue Korallen.



Es lassen sich 4 bis 5 Cyclen von Septen unterscheiden, die aber nie zu einer regelmässigen Anordnung und Ausbildung gelangen. Die Septen erster Ordnung sind regelmässig gekerbt, die Spitzen oben fast wagerecht endigend, dann schräg ablaufend und zuletzt dünner werdend und sich in dünne zarte Plättchen verwandelnd. Die Septen zweiter Ordnung sind besonders merkwürdig durch die langen — oft bis 8 mm. — zarten und dichtstehenden Dornen, die sich am Grunde von allen Septen vereinigend ein Häufchen kleiner Pfälchen bilden. Die Columella ist trabekulär. Die grossen Septen stehen ungefähr 2 mm. von einander entfernt.

Die Aussenseite der Kolonie ist wellig, längsgestreift und mit unregelmässigen Knötchen besetzt. Die Epithek tritt an einer Seite kaum einige Millimeter herab, während sie hauptsächlich in den Vertiefungen weiter abwärts ragt.

Die Kolonie bildet einen länglichen, ungefähr 20 mm. langen und 15 mm. breiten, unten becherartig gewölbten, oben wenig konvexen Stock.

Fundort: Ein Exemplar von Viti.

Im Habitus weicht die Kolonie wenig von *Symphyllia sinuosa* Q. u. G. ab. Die auffällige Bedornung an den Septen lässt sie leicht von den übrigen Arten unterscheiden.

Symphyllia sinuosa Q. u. Gaim.

Maeandrina sinuosa Quoy et Gaimard, Voy. de l'Astr. (Zooph), p. 227, pl. 18. fig. 4 et 5. 1833.

Symphyllia sinuosa Milne, Edw. u. H. Hist. des Cor. p. 370 et Ann. des Sc. nat., 3te ser., 4. X, pl. 8, fig. 7 et t. XI. p. 285. 1849.

Das Hamburger Museum besitzt 3 Exemplare von Duke of York, die mit der Beschreibung und Abbildung bei Milne Edwards ganz übereinstimmen, nur zeigen die Kelchwände des grössten Exemplars am Rande grosse Neigung sich zu isolieren.

Ulophyllia Stuhlmanni n. sp.

Der Stock ist kugelförmig gerundet und hat ungefähr 25 cm. im Durchmesser. Die Thäler sind unregelmässig gewunden, zuweilen nur 2 bis 3, doch meistens mehr Kelchzentren umschliessend. Die Septen stehen mässig weit von einander entfernt und vereinigen sich häufig zu einem über die Mauer hervorragenden spitzen, sehr fein gezackten Bogen. Die Spitzen werden gegen das Kelchzentrum grösser und oft sehr lang und dünn. Die letzten Vorsprünge, oft sogar drei Spitzen, erscheinen paliartig. Die Columella ist locker trabekulär.

Die abgeschlossene Unterseite ist wellig gebogen und mit hohen aber dünnen Rippen versehen. Die Entfernung der korrespondierenden gleichen denen der äusseren Septen und kommen ungefähr 6 auf 10 mm. Eine Epithek schliesst häufig die Erkenntlichkeit der Rippen ab. Die Aussenseite scheint für die Arten der Gattung *Ulophyllia* am besten zur Unterscheidung verwertbar zu sein. Eine Sichtung der Arten und Unterscheidung nach den Aussenrippen kann ich aber zur Zeit nicht geben, da mir in diesem

Falle weniger Material vorliegt. Ich halte es sogar nicht für unwahrscheinlich, dass noch manche Formen anderer Gattungen — aus Dana's reicher Gattung *Astraea* — hierherzustellen sind.

Von *Stuhlmann* bei Zanzibar gesammelt und die erste *Ulophyllia*, die von der Ostküste Afrikas bekannt geworden ist.

Ulophyllia maxima n. sp.

Tafel I. fig. 12.

Der Stock hat eine Ausdehnung von 40 Centimetern, ist stark gewölbt und besteht aus langen, oft den ganzen Stock überziehenden Thälern. Die Thäler erreichen zuweilen eine Breite von 18 mm. Die oberste Firste der Thäler geht im Zickzack hin und her und erscheint namentlich bei alten Thälern wellig. Die Septen stehen ziemlich weit von einander entfernt, auf 3 Millimeter kommen 2 Septen. Der obere Rand der Septen ist meistens glatt, selten tritt zuweilen ein Zähnchen hervor, nur am untern Rande tritt ein paliartiger Lappen hervor, der häufig mit dem Palilappen der gegenüberliegenden Septalwand zusammenfliesst oder sich aufgeworfen nach den Kelchzentren erstreckt. Die Mauer ist oben sehr dünn und häufig durchlöchert. Der Unterrand des Stockes ist stark nach innen umgebogen und mit engen parallellaufenden, etwas rauh erscheinenden Rippen besetzt. Eine Epithek ist in der Entfernung von 1 cm. vom Kelchrande deutlich abgesetzt.

Im Hamburger Museum befindet sich nur 1 Exemplar von Duke of York.

Es sind bis jetzt nicht weniger als 24 Arten beschrieben, von denen die meisten von den berühmten Duchassaing und Michelotti (1860) herstammen und am besten ganz ignoriert werden, wie das ja auch in andern Fächern geschehen ist. Es müsste sonst *Ulophyllia aspera* Quelch neu benannt werden, da *Symphyllia aspera* Duch. und Mich. hierher gehört. Fast alle Formen stammen von den Antillen, und *Ulophyllia cellulosa* und *aspera* Quelch, sowie *Ullophyllia crispa* und *australiensis* (E. H.) stammen nicht von dort. Die vorliegende Art ist durch die dichte Berippung der Aussenseite und die fast glatten Septen leicht kenntlich. Der ganze Habitus erinnert an den der *Coelorien*.

Tridacophyllia elongata n. sp.

Tafel II. fig. 4.

? *Tridacophyllia lactuca* Dana, Zooph. p. 195. Taf. 9. fig. 10.

Sehr wahrscheinlich hat diese Art schon Dana vor sich gehabt und mit *Tridacophyllia lactuca* Esp. verwechselt. Sie ist sehr leicht kenntlich an den langen gewundenen und sich nach oben neu mit Kelchen besetzenden Blättern. Der ganze Stock erscheint locker und enthält schon am Grunde grosse Maschen, so dass man an manchen Stellen durch die Kolonie hindurch sehen kann.

Ein einzelner Stock ist oval bis rundlich, ungefähr 1 cm. dick und erhebt sich senkrecht an mehreren Stellen, Erweiterungen für den Kelch bildend. Um den Kelch stehen 10—14 grössere Septen, die spärlich gezähnelt sind und häufig in Spiralen bis

zum nächsten Kelch verlaufen und zuletzt auf einer hornartig gewundenen Spitze oder Schaufel endigen. Eine Columella ist nicht vorhanden. Auf dem Bruch ist der Kalkkörper massiv fest.

Die Kolonie ist ca. 30 cm. im Durchmesser und ca. 25 cm. hoch und schneeweiss.

Fundort: Palauinseln.

Es ist möglich, dass einige Arten der Gattung bei genauerer Kenntnis der Wachstumsverhältnisse eingehen müssen. Niemals zu Gesicht sind mir die Formen *Tridacophyllia alcicornis* Kent, *echinata* Kent und *cervicornis* Mos. gekommen, während *paeonia* Dana, *lactuca* Pallas, *manicina* D. und *symphylloides* E. H. häufig vorkommen, und zwar so häufig in einander übergehen, dass sie schwer zu unterscheiddn sind. Nur *Tridacophyllia laciniata* ist durch die häufig unterbrochenen Thäler leicht kenntlich. Ein Exemplar von dieser Art von Nord-Australien stammend und sicher ausgewachsen, zeigt ebenso wie *T. alcicornis* Kent die hornartigen Stockbildungen und es ist möglich, dass diese Art nur ein Jugendzustand von jener ist. Ebenso ist es aber auch möglich, dass sich aus Kents *T. alcicornis* Kent die vorbeschriebene *T. elongata* entwickeln konnte. Trotzdem ich wohl mehr denn 200 Stücke aus dieser Gattung durchgesehen habe, bin ich darüber jedoch zu keinem sicheren Resultat gekommen.

Coeloria arabica Klunzg.

Coeloria arabica Klunz. Korallen des roten Meeres, Teil III. p. 17. Taf. III. fig. 1—4 und 8. Taf. IX. fig. 10. a—c.

Bei Zanzibar in allen Varietäten. Ein *Coeloria* von den Bonininseln zeigt merkwürdigerweise keine Unterschiede von dieser Art, doch wäre es immerhin möglich, dass besser erhaltene Exemplare als das mir vorliegende Unterschiede zeigen werden.

Coeloria daedalina (Dana).

Astraea daedalina Dana, Zoophytes, p. 236. pl. XII. fig. 7 und *Maeandrina »aaedalea«* ib. p. 254. pl. 14. fig. 12, von Verrill., Dana, Coral and Coral Islands p. 329.

Mehrere Exemplare von den Samoainseln. Paliartige Vorsprünge zeigen die Septen nicht, wohl aber grobe, wagerecht gestellte Zähne. Die Thäler sind meist klein.

Coeloria Esperi E. H.

Coeloria Esperi E. u. H. Hist. des Cor. Teil II. p. 417.

Ein Exemplar von den Samoainseln zeigt deutlich an der einen Seite den Charakter der *C. daedalea* Esp., an der andern den der *C. Esperi* E. H., dass ich fast glauben möchte, es habe *C. Esperi* E. H. zum Teil eine *C. daedalea* Esp. überzogen und die Grenze sei vollständig verschmolzen oder durch späteres Abrollen verwischt.

Coeloria leptoticha Klunzg.

Coeloria leptoticha Klunz., Korallen des roten Meeres. Teil III. p. 19. Taf. II. fig. 7.

Ein Exemplar von Duke of York stimmt sehr gut überein mit der Beschreibung von Klunzinger. Da nun Quelch diese Art auch von Tongataba angiebt, so würde sie zu den meist verbreiteten Arten gehören.

Coeloria elegans n. sp.

Tafel I. fig. 8 und 9.

Die Kelche oder Kelchreihen sind ungefähr 5 mm. breit und 6—8 mm. tief. Die Hügel sind kantig, oben nicht gratartig, sondern stumpfrückig. Die Septen deutlich und regelmässig debordierend, steil, geradezu senkrecht abfallend, sehr eng stehend und am Ende einen paliartigen mit Höckern versehenen Vorsprung tragend. Die Septen sind im oberen Drittel, zuweilen auch ganz, fein gezähnelt. Die Mauern verdicken sich kaum nach unten. Columella spongiös trubekulär, kaum entwickelt. Die Kelchthäler sind sehr unregelmässig gewunden, meistens lang, doch selten gerade Reihen bildend.

Die Kolonie ist halbkugelig konvex und hat einen Durchmesser von 30 cm.

Auf dem Längsbruch erscheinen die Mauern nicht blasig aufgetrieben und die Kolonie bleibt bis auf den Grund locker. Die Interseptalblättchen stehen 1 mm. von einander entfernt und sind ebenso breit, so dass der Bruch gleichmässig zellig erscheint.

Vorkommen: an der Nordostküste Australiens in der Nähe Rockhamptons

Die Art unterscheidet sich von allen bekannten Arten in sämtlichen Einzelheiten. Die dichten Septen, die zarten Zähnchen, die regelmässigen Palistäbchen, geben der Art ein besonderes zierliches Ansehen.

Coeloria deltoides n. sp.

Tafel I. fig. 10 und 11.

Die Kelchreihen sind sehr lang und tiefer als breit. Die Breite ist sehr ver änderlich und weicht zwischen 3—8 mm. ab. Die Tiefe ist aber immer eine grössere. Die Mauer ist nach unten etwas erweitert und blasig angeschwollen. Die Septen treten über den Mauerrand weit hervor, so dass sich in der Richtung der Septen auf sie gesehen grosse spitze dreieckige Einschnitte zeigen. Der obere Rand der Septen ist kantig, stumpf abgeflacht. Nach unten bilden diese ein gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck. Der obere Rand der Septen ist fein gezähnt, nach unten nehmen die Zähne an Breite zu und werden selbst lappenartig. Palilappen fehlen jedoch vollständig. Ebensowenig ist eine Columella ausgebildet. Die Septen stehen mittelmässig von einander entfernt; auf 10 cm. kommen ungefähr 11 Septenpaare.

Die Kolonie ist mehr scheibenartig als konvex, auf der Unterseite nackt und vollständig abgeschlossen.

Nur ein Exemplar von Port Bowen an der Ostküste Australiens liegt mir vor.

Das weite Hervorragen der Septen über den Mauerrand, sowie die regelmässig dreieckige Gestalt derselben, ohne sich, wie bei *C. arabica* Kl. und *maxima* m., nach Innen zu erweitern, dürften diese Art leicht erkennen lassen.

Coeloria australiensis n. sp.

Tafel I. fig. 13.

Die Kelchthäler sind kurz. Die Art gehört also in die Gruppe der *Coeloriae astraeoides* E. H. Die Reihen sind ebenso tief wie breit (6—8 mm.). Die Hügel sind scharf zugespitzt, sich nach unten nur wenig erweiternd. Die Firste ist etwas wellig und erinnert daher an die Formen der Gattung *Maeandrina*. Die Septen debordieren nicht regelmässig, so dass die Firste oft zickenartig gebogen erscheint. Die Septen stechen wenig von der Mauer ab, sind schwach gezähnt und unten mit einem breiten Palilappen versehen. Die Columella ist trabekulär spongiös.

Die Kolonie ist konvex, auf der abgeschlossenen Unterseite zeigen sich rauhe, strukturlose Wachstumsringe.

Die Beschreibung ist nach einem Exemplar aus der Nähe Rockhamptons stammend, gemacht.

Ob sich diese Form als eine selbständige erweisen wird, lässt sich erst durch grösseres Material feststellen. Durch die polygonalen Kelchreihen und durch die paliartigen Vorsprünge der Septen erscheint diese Form Ähnlichkeit mit *Coeloria ascencionis* Ridley *var. indica* zu haben, zeigt aber ebensoviel Verwandtschaft mit der *Coeloria elegans* m. Es wäre möglich, dass nach Analogie der *Coeloria arabica* auch diese Form mit mehreren andern der Gruppe der *Coeloriae astraeoides* später als Varietäten besser zu vereinigen wären.

Hydnophora columellata n. sp.

Tafel II, fig. 6 und Tafel III, fig. 1.

Der Habitus ist ähnlich dem der *Hydnophora rigida* Dana. Die Hügel sind länglich oder dreieckig und erscheinen auf der Firste gezackt, erreichen aber zuweilen die Länge von 15 mm. Die kleinen Hügel erscheinen konisch, während die längeren etwas flacher erscheinen. Septa fest und glatt erscheinend, abwechselnd an die Columella herantretend und dort verdickt mit dieser verschmelzend. Die Septen zweiter Ordnung füllen nur die Hälfte des Hügels aus und verbinden sich nur selten mit der Columella. Eine starke, über 2 mm. breite Columella, die etwas höckerig erscheint, ist besonders charakteristisch für diese Art. Mauern und Columella treten in ziemlich gleicher Dicke bis zum Centrum. Auf dem Durchschnitt erscheinen einige Querbalken, die je nach dem Alter, also nach der Höhe des Stockes sich verdicken und zuletzt die Polyparhöhlen kompakt ausfüllen. Die Kelchbreite beträgt 5 bis 8 mm.

Die Kolonie ist baumförmig ästig, ungefähr 30 cm. breit und ca. 40 cm. im Durchmesser. Die Endzweige verjüngen sich allmählich, sind aber am Ende nur schwach geflügelt.

Vorkommen: Insel Yap.

Die äussere Ähnlichkeit mit *Hydnophora rigida* Dana könnte bisher zu Verwechselungen geführt haben, doch ist die Verschiedenheit bezüglich des Baues so auffällig, dass ich fast geneigt war, eine neue Gattung für diese Form aufzustellen. Da aber die Begrenzung der Gattungen unter diesen Formen überhaupt einer Revision bedarf, so habe ich einstweilen diese Form bei *Hydnophora* belassen.

Hydnophora Klunzingeri m.

Hydnophora microconus Klunz. Korallen des roten Meeres I. 3. p. 21. Taf. III. fig. 1 und Taf. IX. fig. 12.

Hydnophora microconus Lam., wie ich sie von Samoa vor mir habe, weicht erheblich von der Form des roten Meeres ab. Die Hügel jener Art sind senkrecht und bleiben kleiner als bei dieser Form. Die Septen sind bei *H. microconus* Lam. sind glatt oder schwach gezähnt, die bei *H. Klunzingeri* körnig rauh besetzt. Hier sind die Septen durch Trabekeln verbunden, während sie bei *H. microconus* in der Art eines spongiösen Gewebes zusammentreten.

Clavarina composita n. sp.

Tafel II, fig. 7.

Ein hoher, aus vielen Zweigen zusammengesetzter Stock mit häufig coalescierenden Seitensprossen. Die Zweige behalten fast überall die Stärke von 15 bis 20 mm. und verjüngen sich etwas nach der Spitze zu, an der sie wieder flügelartig erweitert sind.

Verrill nennt in der kurzen Gattungsdiagnose die Kelche »unvollkommen umschrieben«, wonach der wahre Charakter der Kelche nicht erkenntlich ist, und doch glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich die vorstehende Form zu der Gattung *Clavarina* stelle. Die Kelche sind nämlich zum grössten Teil verkalkt und nur wenig Öffnungen zwischen den Septen, die gewöhnlich zu 3 oder 4 zusammen liegen, bleiben frei und auf dem Querbruch, der in der Mitte ganz kompakt erscheint, als Gänge erkennbar. Der Polyp scheint weit über den Kormus hervorzuragen und nur an den Fussenden Kalk abzusetzen und die Kelchzentren fast vollständig zu verschmelzen. Die einzelnen Hügel sind sehr unregelmässig mit Septen besetzt und berühren sich in einer Art starker Columella. Die Septen sind an den Seiten mit dichten, dicken Körnern besetzt. Die nach unten gerichteten Hügel erscheinen platter und weniger erhöht. Die Interseptalräume erscheinen unter der Loupe an den Seiten körnig punktiert.

Ein ungefähr einen Meter hoher Stock stammt von den Palauinseln.

Verrill hat die Gattung von *Merulina* abgezweigt und in der Nähe gelassen, doch zeigt nicht allein der Habitus, sondern auch der innere Bau grössere Verwandtschaft mit *Hydnophora,* wenigstens den baumförmigen Arten wie *Hydnophora rigida, lamellata* und *acuta.* Von der einzig bekannten Art *Clavarina scabricula* Dana von den Viti-Inseln weicht sie durch die nicht bedornte Oberfläche, durch die in deutliche Flügel auslaufenden Endzweige ab.

Echinopora striatula Studer.

Echinopora striatula Studer, Monatsberichte der Berliner Sitzungsberichte. 1877. p. 644. Taf. I. fig. 10 a und b.

Diese Art scheint im Pazificocean eine grössere Verbreitung zu haben. Nach Studer sowohl in der Galewostrasse als in der Blanchebay in Neu-Britannien. Nach dem Material des Hamburger Museums auch auf den Palauinseln häufig.

Ich habe der Beschreibung wenig hinzuzufügen, nur kommen die erwähnten 3 Cyclen der Kelche nur selten regelmässig vor. Es kommt hier ganz auf die Auffassung an, ob man 3 Cyclen auf Grund der zuweilen unvollständigen ersten annehmen will oder nicht, weshalb ich auf dieses Merkmal kein zu grosses Gewicht legte und die vorliegende Art mit *E. striatula* Stud. indentificierte.

Echinopora pellucida n. sp.

Die Kelche werden am Grunde bis 8 mm. breit und spitzen sich bis zu einer Höhe von 3—5 mm. bis 4—5 mm. konisch zu. Seitlich stehen häufig 2—4 Kelche gedrängt neben einander, dagegen bleiben sie nach aufwärts meistens in einer Entfernung von 5 bis 18 mm. entfernt. Es sind meistens 12 grosse und 12 kleine Septen vorhanden, die bald in zwei, zuweilen in drei Cyclen angeordnet sind Die Septen sind mit zarten cylinderischen, ca. 1 mm. langen, oft wieder verzweigten und senkrechten Dornen besetzt. Die Dornen setzen sich auf der Aussenseite des Kelches fort und überziehen in senkrechten Reihen die Blattfläche. Die Zähnchen stehen am Oberrande locker oder fehlen fast gänzlich, stehen dagegen auf den älteren Teilen sehr dicht. Die Columella ist spongiös, trabekulär. Die Kelche stehen auf beiden Seiten der Blattfläche. Die ganze Kolonie ist 40 cm. hoch und cirka 30 cm. breit. Die ganze Fläche bleibt äusserst dünn blattartig und ist im Innern der Kelche und in der obern Hälfte durchscheinend. Die Fläche ist schwach rauchbraun, besonders am Grunde und in der Mitte der Kelche. Auf der Mitte der obern Blattfläche erheben sich einige Sprossblätter; die untere ist mit etwas weniger hervorragenden Kelchen besetzt.

Ein sehr schönes und vollständiges Exemplar von den Palauinseln.

Auf den ersten Blick erscheint diese Art nahe verwandt mit *Ech. undulata* Dana von den Viti-Inseln, die mit ihr beide Seiten mit Kelchen besetzt hat, aber *Ech. undulata* hat nur 6—8 Septen und die Kelche treten kaum aus der Blattfläche hervor. *Ech. flexuosa* Verr. und *striatuta* Stud. haben ebenfalls auf beiden Seiten Kelche, doch treten bei beiden Arten ebenfalls die Kelche nur schwach hervor; die Flächen sind fester. Ausserdem unterscheidet sich *E. flexuosa* Verr. durch andern Wuchs und *E. striatula* Stud. durch festere Struktur.

Echinopora lamellosa Esp.

Ech. lamellosa Esp. Pflanzentiere, t. I. Forts., p. 65. pl. 58.

Ech. rolusaria Lam. Hist. des anim. sans vert. t. II. p. 253. 1816. M. Edw. Hist. des Cor. p. 623.

Einige Exemplare aus Samoa. Somit scheint diese Art im indischen und pazificischen Ozean weit verbreitet zu sein.

II. Madreporaria fungida.

Fam. Plesiofungidae.

Siderastraea Savignyi Edw. u. H.

— *Savigny,* Desc. Egypst. Pol. tab. 4 fig. 1, 1 und fig. 1, 2.

Astraea galaxea Aud. explic. pl. Sav. *Astraea Savignyana* M. E. u. H. Cor. II. 508.

Siderastraea liltacea Klunzinger. Korallen des roten Meeres 3. Teil p. 77. Taf. IX, fig. 6. X, fig. 16 a und b. — *sphaeroidalis* Ortmann, Ceylonkorallen p.

Das Hamburger Museum besitzt einige gute Exemplare dieser interessanten Spezies aus Zanzibar durch Dr. *Stuhlmann.* Wie es nach der Analogie vieler Korallen anzunehmen war, so kommt diese Koralle sowohl inkrustierend als massig vor. Ich habe beide Formen vor mir und bin keineswegs im Zweifel, dass ich die Savignysche Form vor mir habe. Die ausgezeichnete Abbildung lässt sofort die inkrustierende Form erkennen. Nun hat allerdings Savigny die Septen dritter Ordnung übersehen oder einige zu wenig gezeichnet. Doch kommen thatsächlich zuweilen nur 22 vor, während andere an ein und demselben Stock bis 48 haben. Auch die Tiefe der Kelche ist etwas variabel. Das Auftreten gratartiger Hügel ist zuweilen so unscheinbar, dass dies Kriterium am wenigsten zur Arttrennung hier Anwendung finden kann.

Ein ziemlich rundes Exemplar ist 6 cm. im Durchmesser, ein anderes dagegen sogar 16 cm. breit. Der Stock überzieht gern, wie es scheint, Nulliporen, und schliesst Muscheln und Serpularien ein. An dem grösseren Exemplare kommt ein besonderer Ansatz vor, bei dem die Kelche sehr gross und mit meistens über 40 Septen versehen sind. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Beeinflussung durch einen Parasiten. Soweit also jetzt diese Art bekannt ist, kommt sie an der Ostküste Afrikas und bei Ceylon vor.

Tichoseris columna Dana.

Psammocora columna Dana, Expl. exp., Zooph. p. 437. pl. 25. fig. 1. 1846.

So wenig Anhaltspunkte auch die Dana'sche Beschreibung bietet, so glaube ich doch nicht fehl zu gehen, wenn ich eine *Tichoseris* Quelch von der Galewostrasse (Studers *Porites confertus*) mit der *Psammocora columna* Dana für identisch halte. Dana giebt nichts an über die Höhe der Kelchmauern, auch ist die Kelchfigur (Tafel 25, fig. 1a) ziemlich ohne Bedeutung. Nach der Hauptfigur und der kurzen Beschreibung glaube ich die *Psammocora columna* Dana vor mir zu haben, die aber dann sicher keine *Psammocora* ist, sondern vorläufig am besten zu *Tichoseris* Quelch gestellt wird.

Fig. 1.

2.

3

9

5.

4

7.

11

6.

12.

10.

8.

G. Zuck del. et lith. Hamburg

Dr. H. Rehberg. Neue Korallen.



Tichoseris clavus Dana.

Pavonia clavus Dana, Expl. exp., Zooph. p. 332, pl. 24, fig. 4.

Diese höchst eigentümliche Form befindet sich in grösserer Menge unter dem *Stuhlmann*schen Material von Zanzibar. Dass ich dieselbe Form vor mir habe wie Dana von den Viti-Inseln, bezweifele ich nicht, da ich nicht die geringste Abweichung mit Sicherheit feststellen kann. Die Stellung der Art in die Gattung *Pavonia* von Dana scheint sehr natürlich, wenn auch der poritesartige Aufbau befremdet. In die Gattung *Siderastraea* konnte ich sie, wie es Verrill thut, auf keinen Fall stellen, da dort die Septen in der Grösse nicht alternieren und keine Anordnung zeigen, wie in dieser Gattung. Die Stellung in der Gattung *Tichoseris* ist mir auch noch zweifelhaft, und kann ich erst nach Durchsicht eines grösseren Materials mich bestimmter entscheiden.

Pavonia furcata.

Tafel 4, figur 3.

Die Kelche stehen meistens in undeutlichen Querreihen. Die Kelchcentren sind klein, rundlich bis oval, höchstens 1 mm. im Durchmesser mit stets deutlicher Columella im Grund. Die Septen sind gedrängt. Um einen Kelch stehen 8—11 grössere und ebensoviel kleinere und zugleich niedere Septen. Die Seitenflächen der Septen sind gekörnt und der Oberrand sehr fein gezähnelt, respektive gekräuselt. Die Kelche stehen meistens in einer Ebene auf beiden Seiten der geteilten dünnen Lappen.

Die Kolonie erhebt sich ungefähr 25 cm. hoch und besteht aus locker gestellten kompressen dünnen Blättern, die sich fingerartig teilen. Die Blätter sind in der Mitte ca. 6 mm. dick, am oberen Rande scharf und selten umgeschlagen, oder wellig gebogen. Auf den Blättern treten selten gratartige Stiele auf, wohl aber knotenartige Verdickungen, die auf der einen Seite in grösserer Anzahl vorhanden sind.

Zwei vollständige Exemplare von der Insel Yap.

Diese Art steht von den bis jetzt bekannten ziemlich entfernt. Besonders charakteristisch sind der eigentümliche Wuchs, die dünnen gegabelten Blätter und die spärlich angesetzten gratartigen Hügel. Die dünnen Blätter hat diese Form mit *Pavonia praetorta* Dana gemein, die ich von Tahiti und Viti vor mir habe. Über die meisten Arten des Hamburger Museums hat Brüggemann berichtet. *Pavonia Mülleri* Ed. u. U., leicht kenntlich an einer deutlichen Columella, stammt nach einigen Exemplaren im hiesigen Museum von den Palauinseln. *Pavonia angularis* Klunzinger hat Herr Dr. *Stuhlmann* bei Zanzibar gesammelt und weicht wie *P. cactus* Forsk. von allen Südseeformen bedeutend ab.

Mycedium tubifex Dana.

Phyllastraea tubifex Dana, Zooph., p. 270, pl. 16, fig. 4.

Ein schönes Exemplar von den Palauinseln. Die Kelche erscheinen zwar mehr

4

breit gezogen, als Dana sie darstellt, trotzdem aber halte ich diese Form nicht für artlich verschieden. — *Mycedium elegans* E. H. findet sich ebenfalls im H. Museum, aber ohne Fundortsangabe.

Bei *Mycedium Okeni* E. u. H., Hist. des Coral. Bd. III, p. 75, pl. D 12 muss es fig. 2 heissen. Die Tafelbezeichnung ist im Text (nicht in der Figurenerklärung) verwechselt worden.

Fam. Lophoseridae.

Folioseris n. g.

Der Polyp besteht aus einzelnen am Grunde zusammenhängenden dünnen Blättern. Die gemeinschaftliche Unterseite ist nackt, kaum gestreift. Auf der Oberseite stehen verhältnismässig wenig Kelche, die vollkommen umschrieben sind und eine deutliche elliptische Columella im Innern zeigen. Die Septen sind um den Kelch herum aufgeworfen und verlaufen in der vertieften Blattfläche senkrecht und biegen sich oft winkelig nach aussen, wo auf dem äusseren Rande neue Radialplatten hinzutreten und einen dichten Saum bilden, der nach aussen umgeschlagen und dort sehr fein gezähnt erscheint. Die Unterseite ist den Platten entsprechend längs oder quer gestreift. Die Zahl der Septen variiert zwischen 6—12, je nachdem die Kelche dichter oder entfernter auseinander stehen. Zwischen diese Hauptsepten schieben sich kleinere und schmälere ein, die sich nach aussen erweitern und zwischen denen immer weitere Platten sich einschieben.

Die Gattung steht der Gattung *Pavonia* am nächsten, unterscheidet sich aber sofort durch die Anordnung der Kelche, die nicht in Reihen stehen. Andererseits zeigen die Gattungen wieder Beziehungen zu den Gattungen *Mycedium* einschliesslich *Leptoseris,* bei denen die Kelche nicht umschrieben sind. Bei der Gattung *Haloseris* fehlt die Columella gänzlich. Hierher gehört zunächst:

Folioseris crispa Ehrenberg.

Agaricia crispa Ehrenberg, Kor. des roten Meeres p. 106. 1834. Fundort fraglich

Folioseris papyracea Dana.

Tab. 4, fig. 2, und II, fig. 8.

Pavonia papyracea Dana, Zooph. p. 323, pl. 22, fig. 3.

Ein grosser Stamm von ungefähr 25 Centimetern. Die einzelnen Blätter sind 15—20 mm. breit und zwei bis mehrfach gegabelt. Die Septen zeigen eine eigentümliche Struktur, indem die Kanten sehr zarte, gekörnelte Leisten haben, während sie auf dem Kamm geätzt erscheinen. Die Kelche stehen meistens mehr als 10 mm. nach oben entfernt. Seitlich stehen oft zwei bei einander. Der obere Teil des Stockes bleibt kelchfrei. Auf dem Querbruch erscheinen die Septen sehr tief gehend und stehen auf einer dünnen gemeinschaftlichen Basis. Auf der Seite tragen die Septen kleine Aufsätze, so

dass sie auf dem Querbruch mit Spitzen ornamentiert erscheinen. Von *Folioseris crispa* Ehrb. unterscheidet sich diese Art sofort durch die viel beträchlichere Grösse, durch die mehr entfernt stehenden Kelche und die eigentümliche Gabelung des Stockes.

Ein aus sehr vielen Blättern bestehender Stock im hiesigen Museum stammt von den Bostoninseln (Mus. Godeffroy). Ein Bruchstück im Berliner Museum.

Ich habe, trotzdem sich grosse Abweichungen in der Dana'schen Beschreibung finden, diese Form hierher gestellt, der Sicherheit wegen abgebildet, falls ich in der Deutung mich geirrt haben sollte. Dana beschreibt *Pav. papyracea* als kraus, was nicht zutrifft; auch sind die Lamellen innerhalb der Gattung *Pavonia* gross und nicht, wie Dana sagt, klein zu nennen.

Haloseris »crispa« Edw. u. Haime und ebenso *L. Rousseaui* Voy., *au pôle sud* de Dumont d'Urville, Zool. t. V. p. 120. pl. 27. fig. 2ab etc. gehört nicht hierher. Ich habe sogar zwei Formen aus dieser Gattung, die eine von den Marquesasinseln, die andere von Japan, die beide in den Figuren Rousseaus vertreten sind, so dass ich ohne Besichtigung der Exemplare in Paris keine Neubeschreibung vornehmen mag.

Psammocora exesa Dana.

Psammocora exesa Dana, U. S. Expl. Exped. Zooph. p. 348, pl. 26, fig. 1; M. Edw. et H. Hist. nat. cor. III, p. 222.

Diese wenig bekannte Koralle besitzt das Hamburger Museum in einzelnen Exemplaren von den Viti-Inseln, Samoa, Panapé, Palau und Sumatra. Nach Quelch bei Amboina vorkommend, so dass diese Art, wenn auch spärlich, doch ziemlich verbreitet vorzukommen scheint. Nur die Palauform ist durch niedern buckeligen Wuchs und scharf ausgesprochene Struktur etwas abweichend.

Fam. Fungidae.

Fungia elegans Verr.

Fungidae elegans Verrill, Amerik. Journal of Science, 2te ser. XI, IX, p. 100. 1870 and Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences. Vol. I. par. 2. p. 542. Taf. X. fig. 1 und 2.

Diese sehr charakteristische und von Verrill gut dargestellte Art scheint an der Westküste Amerikas eine ziemlich häufige zu sein. Nach Verrill bei La Pax in Californien. Im Hamburger Museum von Mazatlan und Altata in Mexiko.

Fungia crassitentaculata Q. u. G.

Fungia crassitentaculata Quoy et Gaimard, Voy de l'Astrol., Zool., t., IV, p. 182. Edw. et Haime, Hist. nat. des cor. t. III. p. 19.

Bei den Paulauinseln von Kubary. Nach Exemplaren durch Herrn Professor *v. Martens* gesammelt, auch bei den Philippinen vorkommend. Studer's Angaben von *Fungia actiniforens* beziehen sich auf diese Spezies.

Fungia papillosa Verrill.

Fungia papillosa Verr. Proc. Ess. Inst. V. p. 42.

Zu den bis jetzt bekannten Fundorten Liu-kiu-Inseln, Ponapé, kann ich noch die Palauinseln und die Philippinen hinzufügen. Die Art scheint nach den vielen von Kubary gesammelten Arten häufig zu sein. Die vielen Fundorte der übrigen Fungien des Hamburger Museums scheinen mir nicht mehr zuverlässig, da einige Etiketten verwechselt worden sind.

III. Madreporaria perforata.

Fam. Eupsammidae.

Rhodopsammia Stimpsoniana (Verr. sp.)

Eupsammia Stimpsoniana Verr. Proc. of the Essex Inst. vol. IV. p. 150. 1865 und vol. V. p. 29. pl. 2. fig. 3 und 3 a.

Mit dieser Art ist wahrscheinlich *Rhodopsammia ovalis* Semper (Generationsw. p. 30 taf. XIX. fig. 9 a und b) identisch. Verschiedene Fundorte von der Ostküste Südasiens.

Dendrophyllia conferta Quelch.

Dendrophyllia conferta Quelch, Report on the Reef Corals p. 146. Taf. VII. fig. 2. 21.

Im Berliner Museum befindet sich eine *Dendrophyllia* von Japan, welche dieser Art sehr ähnlich ist, doch ist der Stock unten stark erweitert, die Kelche sind sehr ungleich und die Struktur mehr streifig, eben gegen die Spitze zu kaum verschieden. Es ist daher möglich, dass diese Form von *Dendrophyllia conferta* Quelch zu trennen wäre.

Dendrophyllia japonica n. sp.

Tafel 4, fig. 4.

Der Stock wird 15 bis 20 cm. hoch, etwas flach, gedrückt und im grössten Durchmesser 22 mm. stark. Auf dem Querbruch erscheint der ganze Stock locker und ist sogar von unten nach oben gesehen durchscheinend. Der untere Teil scheint zu 5/6 Teilen aussen abgestorben. Ein stark ausgesprochenes Epithel grenzt den noch lebenden tief braunschwarz erscheinenden Teil ab, an dem sich mehrere wagerecht abstehende Knospen befinden. Der untere Teil ist bläulich-weiss und hat wenig ausgesprochene

Rippen, die durch eine punktierte Naht getrennt sind. Eine Columella ist nicht vorhanden. Im Mittelpunkt treffen sich die Hauptsepten nur im Grunde, weichen dann etwas zurück, um parallelkantig in die Höhe zu gehen und schwach wellig und wenig gebogen den Mauerrand zu berühren. Die Zahl der Hauptsepten scheint zwischen 12 und 14 zu schwanken. Das mir vorliegende Exemplar zeigt im Hauptkelch leider nicht die Zahl der Cyclen, die durch die eingetrockneten Polypen die kleineren verdeckt hat. Über die Anweisung der Septen in einem Sprosskelch verweise ich auf die Figur.

Durch Herrn Dr. *Hilgendorf* in Japan gesammelt. Ein Exemplar im Berliner, ein kleineres im Hamburger Museum.

Die Gattung *Dendrophyllia* enthält bereits eine Menge der heterogensten Formen, die vorläufig besser vereinigt bleiben, als in schwer zu unterscheidende Gattungen getrennt zu werden, obwohl es nur zu wahrscheinlich ist, dass für die Zwischenstufen zwischen *Balanophyllia* und dieser Gattung eine eigene aufzustellen, sich praktischer erweisen wird.

Coenopsammia ramiculosa n. sp.

Tafel 4, fig. 5.

Diese Art bildet einen Übergang von den kleinen Formen zu *Coenopsammia nigrescens* Dana, mit welcher letzteren Art sie eine besondere Gruppe bildet.

Der Stamm ist am Grunde 4 cm. im Durchmesser dick und verjüngt sich je nach Absprossung eines Seitenzweiges. Fast alle Exemplare haben die Höhe von 3 Decimetern. Die Kelche stehen ziemlich spärlich allseitig am Stock und erheben sich höchstens 8 mm. seitwärts oder wenig aufsteigend. Die Septen treten wenig von der Kelchwand ab. Ich unterscheide 3 Cyclen und zähle 10 Hauptsepten. Die Columella ist deutlich entwickelt, elliptisch, nach oben zugespitzt, unregelmässig rauh. Das Cönenchym ist braun, körnig gerippt und zwischen den hin und her geschlungenen Rippen punktartig vertieft.

Mehrere Exemplare von Herrn Dr. *Hilgendorf* in Japan gesammelt und im Berliner Museum befindlich. Ein Exemplar im Hamburger Museum. Diese Art ist nur von *Coenopsammia nigrescens* Dana zu trennen, von der sie durch die kürzeren Kelche, die nicht schwarze, sondern braune Farbe haben, auf den ersten Blick zu unterscheiden ist. Wahrscheinlich erreicht die vorliegende Form niemals die Grösse wie *C. nigrescens*, die nach den vielen Exemplaren von den Tongainseln bis 2 Meter gross zu werden scheint. Im übrigen zeigt diese Art auch grosse Verwandtschaft mit *Dendrophyllia ramea* M. und würde in der Vereinigung beider Genera in deren Nähe ihren Platz erhalten.

Madrepora (L.).

Die Gattung *Madrepora* L. ist unter den Steinkorallen die umfangreichste. Die Zahl der bis jetzt sicher bekannten Arten beträgt ungefähr 140. Es ist sehr wohl möglich, dass sich die Zahl bei genauerer Durchforschung aller Riffe bedeutend vergrössern

wird. Ich habe von einer vollständigen Revision der Arten vorläufig noch absehen müssen, da mir die Deutung der Milne Edwards'schen und Verrill'schen Arten nach den kurzen Beschreibungen ohne Abbildungen unmöglich war. So ist es denn auch möglich, dass einige der hier neu benannten Arten sich auf ältere Namen zurückführen lassen. Doch glaube ich durch die neue Darstellung die Kenntnis der Arten wieder einen Schritt weiter führen zu können.

In der nachfolgenden Aufzählung habe ich alle Arten zusammengestellt und die wichtigsten Original-Fundorte beigefügt. Alles Zweifelhafte habe ich ausgeschieden, um auf sicherer Basis eine Revision und später vielleicht eine Gesamtdarstellung beginnen zu können.

Wie ich gefunden habe, sind neben wichtigen Formverhältnissen der End- und Seitenkelche, die Strukturanlagen bei starker Vergrösserung als die besten diagnostischen Merkmale anzusehen.

Eine Einteilung der Gattung in Untergattungen, wie es sonst üblich, hielt ich nicht für opportun.

Antillenfauna:

1. Madrepora palmata Lam., mit alces Dana und flabellum Lam., eine Art bildend. Syn. perampla Horn. Proc. Phil. acd. p. 435. 1860.
2. M. cervicornis Lam. Agassiz Florida Riffs.
3. M. prolifera Lam. (superba Klunzg.).
4. M. mexicana n. sp. An der Küste Mexikos.

Ostafrikaformen:

5. M. Hemprichi Ehrbg. Korallen des roten Meeres. p. 109. Klunzg. Teil II. fig. 11, Taf. IV. fig. 17. IX. fig. I. — Rotes Meer.
6. M. obtusata Klunzg. ib. p. 7. Taf. I. fig. 5 etc. — Rotes Meer.
7. M. variolosa Klunzg. ib. p. 8. Taf. I. fig. 6. Taf. IV. fig. 16. IX. fig. 3. — Rotes Meer.
8. M. Klunzingeri Quelch (pustulosa Klzg. non pustulosa E. H.) p. 8. Taf. I. fig. I etc. — Rotes Meer.
9. M. Scherzeriana Brüggem. Abh. d. naturw. Vereins zu Bremen. Band V. 1877. Orig. in Jena. — Rotes Meer.
10. M. ocellata Klunzg. l. c. p. 8. Taf. I. fig. 7 etc. — Rotes Meer. Auch von Zanzibar.
11. M. pallida Klunzg. l. c. p. 10. Taf. X. fig. A. Taf. IX. fig. 6. — Rotes Meer.
12. M. pyramidalis Klunzg. l. c. p. 12. Taf. I. fig. 2 etc. — Rotes Meer. Auch von Ceylon und Mergui angegeben.
13. M. canaliculata Klunzg. l. c. p. 12. Tef. I. fig. 3. Taf. IV. — Rotes Meer.
24. M. squarrosa Ehrb. Kor. p. 112. Klunzg. l. c. p. 13. Taf. II. fig. 9 etc. — Rot. M.
15. M. erythraea Klunzg. p. 14. fig. 5 etc. — Rotes Meer.
    vagabunda Klunzg., p. 15 ist eine jugendliche Kolonie und auszuscheiden.
16. M. eurystoma Klunzg., l. c. p. 16. Taf. I. fig. 8 etc. — Rotes Meer.
17. M. Forskali Ehrbg. Kor. p. 113. Klunzg. p. 17. Taf. III. fig. 6 etc. — Rotes Meer bis Mauritius.

18. M. variabilis Klunzg. l. c. p. 17. figs. Wahrscheinlich mit Madrepora pharaonis Edw. u. Haime Cor. III, p. 143, identisch, und deshalb hier nicht besonders aufgeführt. — Rotes Meer.
19. M. Haimei M. Edw. u. H. Cor. III. p. 151. Klunzg. p. 21. figs. — Rotes Meer.
20. M. microcyathus Klunzg. p. 22. figs. — Rotes Meer.
21. M. spinulosa Klunzg. l. c. p. 23. figs. — Rotes Meer.
22. M. arabica M. Edw. u. H. Cor. III. p. 145. — Rotes Meer. Unkenntlich beschrieben!
23. M. subtilis Klunzg. C. c. p. 28. figs. — Rotes Meer. Nach Vergleich mit dem Original auch auf den Palauinseln.
24. M. capillaris Klunzg. l. c. p. 29. figs. — Rotes Meer. Von Mauritius durch Herrn *Gustav Schneider* in Basel erhalten.
25. M. coronata n. sp. — Nossibé bei Madagaskar.
26. M. repens n. sp. — Nossibé.
27. M. gonagra Edw. u. H. Cor. III. p. 151. — Nach Brüggemann von Rodriguez.
28. M. granulosa Edw. u. H. p. 156. — Mauritius, durch Herrn *Schneider* in Basel erhalten. Madrepora Ehrenbergii Edw. u. H. ist nicht erkennbar und ausgeschieden.
29. M. monticulosa Brüggem. — Rodriguez in Phil. Transact. Vol. 168. Suppl. p. 576. — Rodriguez.

Ceylon, Seychellen.

Hierher No. 30, 5, 18, 10.

30. M. efflorescens Dana. Zooph. p. 441. pl. 33. fig. 6. — Ceylon.
31. M. Valenciennesi Edw. et H. Cor. p. 137. Syn.
    M. multiformis Ortm. Beobachtung an Steinkorallen von Ceylon. p. 504. Taf. XI. 1889. — Ceylon.
32. M. ceylonica Ortm. l. c. p. 506. Ist nicht mit Sicherheit zu erkennen!
33. M. elegantala Ortm. l. c. p. 37. Ist nicht sicher wieder zu erkennen!
34. M. effusa Ed. u. H. t. III, p. 153.
    M. coalescens Ortm. l. c. p. 509. taf. XIII. fig. 5.
35. M. remota Ortm. l. c. p. 510. taf. XIII. — Ceylon. ? Zanzibar.
36. M. Rousseauii Edw. u. H. III. p. 138. — Seychellen. Unkenntlich.
37. M. stigmataria Edw. u. H. III. p. 145. — Wie 36.
38. M. rudis n. sp. — Ceylon. Berliner Museum.

Singapore:

39. M. microcladus Ehrbg. Corallent. p. 109. = spicifera Dana. Eine der gemeinsten von Ceylon bis zu den Viti-Inseln vorkommende Koralle.
40. M. corymbosa Lam. Hist. des anim. t. l. p. 279. Edw. u. H. l. c. p. 154. Klunz. l. c. p. 24. Taf. II. fig. 2a und b. Taf. IV, fig. I. etc. — Rotes Meer bis Tahiti.
41. M. cytherea Dana. Zooph. p. 441. tab. 32a und b. Klunzg. p. 25 figs. = patella Studer. — Rotes Meer bis Tahiti.
42. M. secunda Dana. Zooph. p. 481. pl. 4a, fig. 4, a und b. — Singapore, Ceylon.

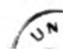
43. M. nobilis Dana. Zooph., p. 481. pl. 40, fig. 3, 3 a. — Singapore.
44. M. austera Dana, Zooph. p. 479. — Singapore nach Verrill.
45. M. laxa Lam., Hist. des anim. sans vert. t. II. p. 280. Milne Edw. Teil III. p. 146. Abh. d. naturw. Vereins zu Bremen. Bd. V. Die Deutung Brüggemanns ist noch fraglich. — Singapore.
46. M. formosa Dana, Zooph. p. 473 pl. 38. fig. 4. — Indien bis Viti.
47. M. regalis Ehrb. Korallenteil des roten Meeres p. 111. Mit brachiata oder gracilis Dana identisch? — Sulumeer. Mehrere Exemplare im Berliner Museum.
48. M. brachiata Dana, Zooph. p. 474. pl. 38. fig. 3, 3a, 3b. — Indisches Meer.
49. M. gracilis Dana, Zooph. p. 474.
Die letzten 4 Formen sind nicht genügend getrennt und wahrscheinlich nicht haltbar.
50. M. gravida Dana, Zooph. 470. — Indisches Meer.
51. M. arbuscula Dana, Zooph. p. 475. taf. 40, fig. 2. — Singapore, Indische Meere.
52. M. parvistella Verrill, Museum Comp. Zool. I. p. 41. Ohne Abb. — Singapore.
53. M. tubigera Horn, Proc. phil. acad. 1860. p. 435. Ohne Abb. Singapore.
54. M. longicyathus Edw. u. H. Cor. III. p. 148. — Singapore.
55. M. plantaginea Lam. Hist. des anim. t. II. p. 279. Milne Edw. et H. p. 149. Von Mauritius bis Viti vorkommend.
acervata Dana, l. c. p. 460, Taf. 34, fig. 4, ist von Verrill und Brüggemann hierher gestellt.
56. M. convexa Dana, Zooph. p. 449. corymbosa Dana (jung.) — Singapore.
57. M. millepora Ehrberg. Cor. p. 109. Dana Zooph. p. 446. pl. 33. fig. 2, 2 a. — Indischer Ozean.
58. M. appressa Ehrbg. Kor. des roten Meeres. p. 109. Dana l. c. p. 457. pl. 34. fig. 3. plantaginea Dana von Studer, secale genannt, nach Verrill hierher gehörig.
59. M. surculosa Dana, Zooph. 445. pl. 32. fig. 4. — Indischer Ozean bis Sozietäts-Ins.
60. M. tenuispicata Studer, Berner Mitteilungen 1381, p. 20 u. 21 mit fig. — Singapore.
61. M. cerealis Dana, Zooph., p. 460. pl. 35. fig. 2, 2 a. — Singapore bis Philippinen.
62. M. conigera Dana. Expl. exp. Zooph. p. 440. pl. 32. fig. 1, 1 a. — Singapore, Australien. (Hamburger Museum.)
63. M. flabelliformis Edw. u. H. Cor. t. III. p. 56. — Indischer Ozean. Nach Brüggemann bei Rodriguez.
64. M. subulata Dana, Zooph., p. 448 pl. 33. fig. 3, 3 a. — Indischer Ozean.

Philippinen, Amboina, Banda, Sulumeer.

65. M. labrosa Dana. Dana, Zooph., p. 486. pl. 43. fig. 3. pl. 31. fig. 10 a und b. — Sulumeer.
66. M. securis Dana, Zooph., p. 486. pl. 43. fig. 2, 2 a. — Zanzibar bis zu den Marschallinseln.
67. M. canalis Quelch, Chall. p. 150. Taf. IX. fig. 2—2 b. — Philippinen.

G Zuck lith, Hamburg

Dr. H. Rehberg, Neue Korallen,



68. M. demani Quelch, Chall. p. 150. Taf. IX. fig. 1—1 a. — Philippinen.
69. M. angulata Quelch, Chall. p. 160. Taf. IX. fig. 5—5 a. — Philippinen.
70. M. rosacea Esp. Klunz. I. Madr. pl. XV. Stud. Monatsb. 1878. p. 530. Quelch, Chall. p. 157. — Ternate, Philippinen.
71. M. parilis Quelch, Chall. p. 162. Taf. IX. fig. 3—3 b. — Philippinen.
72. M. echidnaea. Lam. Hist. des anim. t. II. p. 286. Milne Edw. et Haime. p. 151. — Indischer Ozean.
73. M. Edwardsii m. = echinata Edwards et Haime. p. 147. Taf. E 1. fig. 4 (non echinata Dana). — Luzon.
74. M. elliptica n. sp. — Luzon.
75. M. mirabilis Quelch. Chall. p. 159. pl. X. fig. 5—5 b. — Banda.
76. M. philippensis n. sp. — Samboangan bei den Philippinen.

Australien und Melanesien.

77. M. crassa Edwards et Haime. Cor. t. III. p. 135. — Australien und Karolinen.
78. M. pocillifera Lam. Hist. anim. sans vert II. p. 180. 1816. Milne Edwards et Haime, Cor. III. p. 141. Quelch, Chall. p. 155. – Viti, Api, Neue Hebriden, Tonga.
79. M. minima, Quelch, Chall. p. 157. Taf. IX. fig. 4—4 a. — Api, Neue Hebriden.
80. M. candelabrum Studer. Berliner Monatsb. 1879. p. 528. Taf. II. fig. 3 a und b. Neu Irland.
81. M. rubra Studer ib. p. 529. Taf. 4 a und b. — Neu Irland.

Palau, Ponapé (Mikronesien).

82. M. pelewensis n. sp. — Palau.
83. M. tubulosa Ehrenberg. Kor. des roten Meeres. Studer Sitzungsb. 1878. p. 532. Taf. II. fig. 5 a, b, c. — Neu Guinea, Palau. (Hamburger Museum.)
84. M. symmetrica n. sp. — Palau.
85. M. dichotoma n. sp. — Palau.

Bonin, Ousima, Loo Choo, Island.

86. M. turgida Verrill, Polyps and Corals (Essex hist. Teil V. p. 19.) — Loo Choo Island.
87. M. teres Verrill, ib. p. 21. — Ousima.
88. M. tumida Verr. — Hongkong.
89. M. prolixa Verr. — Boninínsel.
90. M. striata Verr. — Ousima.
91. M. microphthalma Verr. Polyp and Coral (Essex hist. Bd. VI. p. 84).

Viti-Samoa, Oatafa, Kingsmillgruppe.

92. M. incrustans n. sp. — Viti häufig.
93. M. cuneata Dana. Zooph. p. 487. Taf. 43. fig. — Viti.
94. M. vastula Quelch, Chall. p. 165. Taf. X. fig. 4—4 c. — Kandavu.
95. M. conferta Quelch, Chall. p. 64. Taf. 10. fig. 3, 3 c. — Viti.

96. M. hyacinthus Dana, Zooph. p. 444. Taf. 32. fig. 2. — Viti? selago Studer. Berliner Sitzungsberichte.
97. M. prostata Dana, Zooph., p. 447. pl. 33. fig. 1, 1a—1f. — Viti.
98. M. aculeus Dana, Zooph. p. 450. pl. 32. fig. 6, 6a und 6b. — Viti.
99. M. confraga Quelch, Chall. p. 159. Taf. IX. fig. 6—6a. — Kandavu.
100. M. tubicinaria Dana, Zooph. p. 451. Taf. 32. fig. 32, 7, 7a. — Sicher nur von Viti bekannt.
101. M. valida Dana, Zooph. p. 461. Taf. 35. fig. 1. — Viti.
102. M. retusa Dana, Zooph. p. 462. — Viti.
103. M. ramiculosa Dana, Zooph. p. 463. pl. 35. fig. 4, 4a.
104. M. echinata Dana, Zooph. p. 464. pl. 36. fig. 1, 1a. — Viti. Andere Fundorte unsicher.
105. M. carduus Dana, Zooph. p. 464. pl. 36. fig. 2, 2a. — Viti.
106. M. rosaria Dana, Zooph. p. 465. Taf. 36. fig. 3, 3a. — Indischer Ozean. Sulumeer.
107. M. florida Dana, Zooph. p. 466. Taf. 37. fig. 1.
brachyclados Ortm. Studien p. 149. Taf. VI. fig. I. 1888. — Viti, Ponapé.
108. M. implicata Dana, Zooph. p. 466. Taf. 37. fig. 2, l. c.
109. M. tortuosa Dana, Zooph. p. 467. Taf. 37. fig. 3. — Viti.
110. M. tylostoma Ehrenberg, Cor. p. 113. = virgata Dana, Zooph. p. 471. Taf. 39. fig, 1. — Viti.
111. M. hebes Dana, Zooph. p. 468. Taf. 35, fig. 5. — Viti.
112. M. exigua Dana, Zooph. p. 469. Taf. 38, fig. 2, 2a und b. — Viti.
113. M. cribripora Dana, Zooph. p. 470. Taf. 31. fig. 1, 1a—b. — Viti und nach Duncun von Margniarchipal.
114. M. horrida Dana, Zooph. p. 472. Taf. 39. fig. 2, 2a. — Viti (Dana), Malgreve-insel (Hamb. Mus.).
115. M. hystrix Dana, Zooph. p. 476. pl. 40. fig. 1 und 31, fig. 5, 5a.
scandens Klunzg., l. c. p. 26, Taf. II, fig. 6 etc. dürfte hierher gehören.
— Viti, Ponapé, Palau und rotes Meer.
116. M. divaricata Dana, Zooph. p. 477. Taf. 41. fig. 2, 2a. — Viti, Samoa.
117. M. scabrosa Quelch, Chall. p. 152. Taf. X. fig. 2—2e. — Levuka bei Viti.
118. M. abrotanoides Lam. Hist. des anim. Edw. u. H. p. 140. Dana, Zooph. p. 477. Taf. 41, fig. 1, 1a. — Pazific und indischer Ocean.
119. M. humilis, Dana, Zooph. p. 483. Taf. 41. fig. 4, 4a. Taf. 31. fig. 4a—c. — Viti.
120. M. seriata Ehrenbg. l. c., p. 113 (nicht Edw. u. H. p. 152). Quelch, Chall p. 155.
121. M. verrucosa Edwards u. Haime. Atlas du Règne anim. de Cuvier. Zooph. pl. 81. fig. 1, 1a. — Tonga-tabu.
122. M diffusa Verr. Bull. mus. comp. Zool. Cambrige vol. I. p. 41. Quelch, Chall. p. 161. — Kingsmillinsel, Banda.
123. M. acuminata Verr. ib. p. 40. — Kingsmillinsei.
124. M. elegans, Edw. et Haime, Cor. p. 163. Taf. E 1. fig. 3a und 3b. — Nach dem Hamburger Museum von Levuka bei Viti.

125. M. aspera Dana, Zooph. p. 468. Taf. 38. fig. 1, 1 a und b. — Viti. Tahiti.
126. M. danai Edw. u. H. = deformis Dana, Zooph. p. 484. Taf. 43. fig. 1 a—b. Edw. u. H. p. 149 und 560 (Bd. III) unter Ernata Zeile 7 u. 8. — Tahiti.
127. M. nasuta Dana, Zooph. 433. Taf. 34. fig. 2. — Tahiti.
128. M. globiceps Dana, Zooph. p. 454. Taf. 34. fig. 3. — Tahiti.
129. M. paxilligera Dana, Zooph. p. 452. Taf. 34. fig. 1. — Tahiti.
130. M. speciosa Quelch, Chall. p. 163. Taf. 10. fig. 1—1 b. — Tahiti.
131. M. papillosa n. sp. — Tahiti.
132. M. cuspidata Dana, Zooph. p. 485. Taf. 42. fig. 1 u. 1 a. — Tahiti.
133. M. turbinata Dana = surculosa var. turb. Dana p. 445. Wakeinsel. Einzelnes Vorkommen. Unsichere Form!
134. M. cyclopea Dana, Zooph. p. 439. Wake, im nördl. Pacificocean. Zweifelhafte Form und ohne sichere Fundortsangaben.
135. M. tuberculosa Edw. u. Haime, Cor. p. 135.
136. M. borealis Edw. u. Haime, Cor. p. 144. — (Irrtümlich a. d. weissen Meere angegeben). Ausgeschieden sind einstweilen Madrepora Durvillei E. H., die auf sacea Esp. bezogen war und digitifera Dana ohne Fundort, die mit seriata Ehrenberg zusammenfallen könnte.

Madrepora incrustans n. sp.

Die grössten Kelche sind ca. 4 mm. hoch und 1½ mm. breit. Die Kelchöffnung liegt zentral. Zuweilen liegt der Kelch angedrückt am Stock oder an einem andern Kelch. Zwischen diesen stehen Kelche von verschiedener Grösse, sogar ganz eingesenkte. Die Oberfläche der Kelche ist massiv und mit regelmässigen aufstehenden, oft gabelig geteilten Bälkchen besetzt, die sich auf den ziemlich freiliegenden Cönenchym fortsetzen und hier dem Stock ein mehr spongiöses Aussehen geben.

Die Kolonie ist inkrustierend, überzieht Steine, andere Korallen, oder immer wieder den alten Stock. Die Ränder bilden bis 2 cm. dicke, unten nackte Blätter. Das grösste Exemplar misst 40 cm. und ist 26 cm. hoch. Je nach der als Stütze dienenden Unterlage ist die Kolonie gleichmässig oder höckerig oder handförmig gestaltet. Im letzten Falle bekommt diese Art Ähnlichkeit mit Mad. cuneata Dana, welche ich zur Vergleichung von den Viti-Inseln vor mir habe, die aber stets massiv bleibt, grössere Kelche und zwischen den Kelchen lockere Papillen hat.

Diese Art scheint keineswegs selten zu sein. Im Hamburger Museum befinden sich 4 Exemplare und ausserdem sah ich sie in mehreren Exemplaren in einer Handlung. Ebenso befinden sich Exemplare im Kieler, Bremer und jetzt auch im Berliner Museum.

3 Exemplare stammen von Viti, das grösste von Tonga-Tabu.

Madrepora securis Dana.

Madrepora securis Dana, Expl. exp., Zooph., p. 486. pl. 43. fig. 2, 2 a.

Diese Art ist sowohl von *lobata* Dana, wie von *cuneata* Dana leicht durch die scharfen Kelche zu unterscheiden. Interessant ist nach dem Material des Hamb. Museums die Verbreitung derselben. Sehr häufig ist sie bei Zanzibar — aus den indischen Meeren war sie bereits bekannt — kommt aber auch bei den Marschallinseln vor, während sie im roten Meere zu fehlen scheint.

Madrepora crassa M. E. u. H.

Madrepora crassa M. E. u. H. Hist. des cor. p. 135.

Es ist geradezu unverständlich, warum M. Edwards diese Art nicht zu *M. securis* und *labrosa* Dana stellte, weshalb ich es noch zweifelhaft halte, ob die aus dem Mus. G. stammende Art wirklich *Mad. crassa* ist. An Fundorten sind vertreten Palau, Ponapé und die Nordostküste Australiens.

Madrepora teres Verr.

Madrepora teres Verr., Polyps and Corals (Essex Inst. 5. Teil) p. 21.

Die aufrechtstehenden Äste von 1—2 cm. Dicke sind verzweigt, ähnlich bei *M. microcyathus* Klunzg. Die Höhe beträgt bei den vorliegenden Exemplaren ungefähr 20—25 cm. Ein vollständiges Exemplar liegt mir nicht vor. Die entwickelten Seitenkelche sind klein, fest, röhrenförmig, abstehend, mit zentraler Öffnung, Kelchwand dick und oben abgerundet. Die Oberfläche des Kelches ist gekörnelt, während das zwischen den einzelstehenden Kelchen befindliche Cönenchym verzweigt rissig erscheint. Die Länge eines Kelches beträgt selten mehr als 3 mm. Ähnlich wie bei *M. Hemprichi* stehen zwischen den entwickelten Seitenkelchen kleine warzenartige junge Kelche, die aber nie ganz eingesenkt sind.

Das Cönenchym zeigt sich auf dem Querbruch porig kompakt.

Die Kolonie scheint nur geringe Ausdehnung anzunehmen.

Die wenigen Exemplare stammen von der Insel Bonin, südlich von Japan.

Madrepora teres Verr. gehört zu den Formen mit runden Kelchen, wie sie Klunzinger *(M. Hemprichi, M. variabilis* und *varicosa)* beschreibt, unterscheidet sich aber von diesen durch die geringe Grösse der Kelche, durch die schlanken Äste und durch die rissige Struktur des Cönenchyms, die wie retikuliert erscheint, während die Kelche selbst spitz gekörnelt sind.

Madrepora repens n. sp.

Tafel IV. fig. 8.

Eine eigentümlich kriechende und sich in senkrechte Zweige erhebende Form habe ich von Nossibé bei Madagaskar vorgefunden und es ist mir unmöglich, dieselbe mit einer der bekannten Formen zu identifizieren, obwohl es nicht ausgeschlossen ist, dass sie sich auf eine der Seychellenformen *Madrepora Rousseauii* oder *M. stigmataria* Edw. u. H. zurückführen lässt.

Die Zweige sind lang und gekniet, an dem Grunde verlaufend und daher häufig auf der Unterseite kelchlos. Von den kriechenden Zweigen treten einige senkrecht in

die Höhe. Die kriechenden Zweige erhalten eine Länge von ½ Meter. Die Kelche sind dadurch eigentümlich, dass sich regelmässig grössere und kleinere zeigen. Die grösseren Kelche erreichen selbst nur 2—3 mm. Höhe und sind nasenförmig mit starker Aussenwand. Die Struktur ist spongiös, der Bruch erscheint dagegen fest. Der Endkelch ist breiter und von Seitenkelchen isoliert.

Die Kolonie hat eine gelbe Farbe.

Mehrere Exemplare von Nossibé bei Madagaskar.

Von demselben Fundorte befindet sich in mehreren Exemplaren die von Esper als *muricata var.* von Madagaskar beschriebene Form, die ich vor mir habe.

Madrepora Esperi m., *Madrepora muricata* Esp., Pflanzentiere, Fortsetzung p. 52. *Madrepora* tab. IX. XI. Sie hat ebenfalls ungleiche aber am Ende gleichrundige Kelche Der Wuchs ist baumartig spärlich verästelt. Nach Esper's Abbildung wiederzuerkennen und begnüge ich mich vorläufig, da die Tafeln zu der Arbeit bereits abgeschlossen, auf Esper's Beschreibung zu verweisen.

Madrepora subtilis Klunzgr.

Madrepora subtilis Klunzinger, Korallen des roten Meeres. 2. Teil. p. 28. Taf. 2. fig. 7. Taf. 4. fig. 4. Taf. IX. fig. 22.

Zwei sehr gut erhaltene Exemplare von den Palauinseln. Wie merkwürdig es auch erscheinen mag, dass eine Form von den Palauinseln ohne Zwischenfundorte mit einer des roten Meeres übereinstimmen soll, so kann ich doch eine Trennung der Palauform nicht vornehmen. Das Exemplar von *Madrepora subtilis* Klunzinger ist nicht besonders gut erhalten und die Kelche sind meistens am Rande abgerollt, wodurch nach meiner Ansicht einige Scheinunterschiede von den Exemplaren der Palauinseln herauszufinden wären. Sonst sind die Grundzweige stark und zerteilen sich erst gegen die Spitze in ein mehr oder weniger lockeres Astwerk. Ähnlich verhält es sich mit *Madrepora hystrix* Dana.

Madrepora hystrix Dana.

Madrepora hystrix Dana, Zooph. p. 476 pl. 40. fig. 1 und 31. fig. 5, 5a.

Madrepora scandens Klunzinger, Korallen des roten Meeres.

Von den Vitiinseln, Palauinseln bis zum roten Meere verbreitet, gehört also zu den weit verbreitesten Arten. Klunzinger sagt im Vergleich der *M. scandens* Klz. und *M. hystrix* Dana: »*M. hystrix* Dana ist stämmiger kurz und stumpfästig, die Kelche stehen mehr ab.« In der Beschreibung heisst es von *Madrepora scandens* selbst: Der Stamm ist oft sehr massig (5—6 ctm. breit), die Äste sind 1½—3 ctm.« Ich habe nun meistens sogar die Stämme dieser Form von den Vitiinseln eher dünner gefunden als bei mehreren Originalexemplaren Klunzingers. Schwerlich werden solche geringfügigen Unterschiede später noch zur Trennung von Arten benutzt werden.

Madrepora prolifera Lam.

Madrepora prolifera Lam. *Hirt. des anim. sans vert.,* T. 2, p. 281.
Heteropora laxa Ehrb. Kor. des roten Meeres. p. 110.
Madrepora superba. Klunzinger. Korallen des roten Meeres. Teil 2. p. 19. Taf. 3. fig. 1. Taf. 4 fig. 5 und 9 fig.

Madrepora superba. Klunz. ist mit *prolifera* Lam identisch. Eine Verwechslung der Etiquetten wird diese Art unter die des roten Meeres geführt haben. Herrscht nun über die Identität der *M. superba* Klunzgr. und *prolifera* Lam nicht der geringste Zweifel, so zeigt ein zwischen den Ästen der Korallen befindlicher *Calcar imbricatus* Gmel. nach der Bestimmung des Herrn Prof. von Martens, dass diese Koralle von Westindien stammt. Diese letztere Thatsache war Klunzinger (siehe Fussnote 2 p. 29) wohl bekannt, scheint Klunzinger eine Vergleichung mit *Madrepora prolifera* Lam versäumt zu haben.

Madrepora mexicana n. sp.

Taf. III. fig. 16.

Bisher sind drei Madreporaarten von den Antillen bekannt, nämlich *Madrepora palmata* Lam. (*flabellum* und *plus* Dana) *prolifera* Lam und *cervicornis* Lam. Ich füge diesen drei Formen eine vierte hinzu, die ich in mehreren Exemplaren mit der Fundort-Bezeichnung »*Mexiko*«, durch Kapitän Schneehagen gesammelt, vorfinde.

Der Stock ist buschig bis baumförmig, meistens dichter wie bei *Madrepora proelifera* Lam. Die Zweige sind rund, bis 2 ctm. oder mehr dick, allmählich sich verjüngend, aber am Ende durch einen grossen Büschel Kelche sich erweiternd. Dies ist ein augenfälliges Merkmal, wodurch ich im Stande bin *M. prolifera* Lam. von *M. mexicana* Lam. sofort zu unterscheiden. Zwar zeichnet Agassiz in seinen Floridariff *M. perolifera* Lam. mit vielen Sprosskelchen am Ende, die aber sich mehr auf die äussere Spitze beschränken. Die Unterscheidung wird daher ohne Uebung schwierig sein. Nun gibt sich aber noch ein Unterschied in der Structur der Endkelche zu erkennen, indem sich regelmässige Riefen auf den Kelchen zeigen und der Mund verschmälert scharfkantig von oben erscheint. Ich würde *Madrepora mexicana* für eine zufällig starke Sprossform von *Madrepora prolifera* gehalten haben, wenn ich nicht beide Arten nebeneinander aufgewachsen und noch zuasmmenhängend hätte vergleichen können. *Madrepora ethica* von Duchaissaing und Michelotti kann auf eine Deutung kein Anrecht haben, da sie als kelcharm und nach der Zeichnung kelchlos vielleicht gar keine *Madrepora* war.

Diese Form scheint auf den von Antillen entfernt liegenden Riffen nach der mexikanischen Küste zu vorzukommen.

Madrepora coronata.

Taf. IV. fig. 6 u. 7.

Der Stock erreicht eine beträchtliche Grösse, hat eine gemeinschaftliche Basis und breitet sich, wenig aufsteigend nach allen Seiten regelmässig aus. Die aus dem dicken Stamm hervortretenden Zweige sind schlank und dünn; die aufsteigenden sind von den horizontalen Ästen verschieden. Die letzteren zeigen sich plattenartig zu erweitern und senden nur seitwärts kleine, wieder abgeflachte Zweige aus, [illegible]

zelnen vollständigen, halb oder ganz eingesenkten Kelchen besetzt sind. Die Oberseite der unteren Zweige ist abgerundet und im Inneren nur mit eingesenkten Kelchen besetzt. Gegen das Ende der Unterzweige erheben sich von denselben 10—20 ctm. lange, meistens gebogene und wieder mit Seitenzweigen versehene Zweige, die alle in einer Höhe endigen und dadurch dem Stock das Ansehen der Rasenform geben.

Die Kelche stehen ziemlich locker, sind je nach der Höhe oder nach dem geringeren Alter bis 3 mm. lang, werden aber später vom Cönenchym umlagert und erscheinen dann eingesenkt. Die Innenwand fehlt meistens nur die Sprosskelche neuer Zweige sind vollständig und erscheinen als Endkelche etwas grösser und dickwandiger.

Das Cönenchym ist locker gestreift, oft in einzelne in regelmässigen Reihen stehende Blättchen erweitert. Die Kelche sind etwas eng gerippt und erscheinen etwas spongiös, aber nicht durchlöchert. Diese Species wurde in mehreren Exemplaren durch Herrn A. O'Swald von Nossibé bei Madagaskar dem Hamburger Museum übersandt. Das grösste Exemplar misst 1 Meter im Durchmesser. Die jugendlichen Exemplare zeigen meistens nur aufrechtstehende Äste und die charakteristischen, abgeflachten Seitenzweige sind nur einzeln vorhanden.

Die Art bildet mit der *Madrepora tubicinaria* Dana von den Vitiinseln den Uebergang von den Becherformen zu den einfach Rasenformen, nährt sich aber in vollkommenen Kolonien der *Madrepora granulosa und flabelliformis* M. E.

Madrepora dichotoma n. sp.

Taf. III. fig. 15 und 17 (Schema).

Der Stock tritt mit einer zusammengewachsenen stilartigen Grundfläche hervor und breitet sich in meist dichotomisch verzweigten Ästen mässig auseinander. Die Zweige treten einzeln aus der Grundfläche hervor, wodurch diese Art sofort kenntlich ist. Die Aussenzweige zeigen nach aussen Sprosszweige, die regelmässig angeordnet wie bei *Madrepora aculeatus* Dana sind. Nach innen hört die Sprossbildung bei den Zweigen mehr und mehr auf und manche erscheinen an der Spitze einzeln.

Die Kelche stehen an den Ästen ziemlich locker, sind mittelgross, stark nasenförmig und merklich an der Spitze gebogen. Der Endkelch ist nur wenig grösser als die Seitenkelche, regelmässig cylindrisch und wie eine Tannenbaumspitze über die Seitenkelche vorragend.

Das Cönenchym zeigt deutliche, regelmässige und unregelmässige Plättchenreihen ohne Perforation. In der länglichen Kelchöffnung tritt die untere Septe besonders stark hervor. Auf den Zweigen befinden sich in mittlerer Höhe einzelne, auf dem Grunde sehr viele eingesenkte Kelche.

Die Kolonien haben 25 bis 30 cm. im Durchmesser und circa 20 cm. in der Höhe. Die einzelnen Zweige erreichen höchstens die Dicke von 1 cm.

Die beiden im Museum befindlichen Exemplare stammen von den Palauinseln.

Madrepora microclados Ehrenberg.

Madrepora corymbosa (nars), Lamack. Hirt. des anim. sans vert., T. II, p. 279, A. 2. edit., p. 477.

Heteropora microclados Ehrenberg, Korallentiere des roten Meeres p. 109.

Madrepora spicifera Dana, Zooph. p. 442. pl. 33 fig. 4, 4a, 4b, 5 und Taf. 31 fig. 6a, b, c.

Madrepora nana Studer. Monatsberichte.

Gegen alle Erwartung stimmen die Originalstücke der *M. microcladus* von Ehrenberg vollständig mit *Madrepora spicifera* Dana überein. Ehrenberg hatte drei Bruchstücke gekannt, von denen zwei sehr mangelhaft sind und das dritte nur ein Endstück eines grossen Bechers, woselbst ja häufig der Stock etwas verzweigt erscheint. Es ist also die Art der Verzweigung nicht in dem Sinne wie bei *Madrepora surculosa* Dana aufzufassen, wohin bisher die Art gestellt wurde. Die fragliche Beziehung Ehrenberg auf Ellis und Solanders Taf. 57 musste ausserdem irre leiten. Sie ist eine der häufigsten Madreporen und ist jetzt mit einiger Sicherheit von Ceylon bis Samoa (Bonininseln ausgeschlossen) bekannt. Wahrscheinlich sind manche Entwickelungstudien dieser Art als eigene Formen beschrieben, so *Madrepora nana* Studer und *tenuis* Dana.

Madrepora philippinensis n. sp.

Taf. V. fig. 13 und 13a.

In der ganzen Stockform *Madrepora microclados* Ehrenberg ähnlich, aber nicht becherförmig mit einfachen Sprossen, sondern becherförmig mit kleinen verzweigten Ästen, auch die Unterseite zeigt sich sehr abweichend, indem mehrere Kelche, oft plattenartig aneinandergelegt vom Stock abstehen. Auf den Ästen selbst befinden sich viele eingesenkte Kelche. Der ganze Stock zeigt sich auch in der Structur abweichend, indem sowohl Zweige wie Kelche ein bimsteinartiges Aussehen haben. Gegen das Ende der Zweige setzt sich die Structur als dünne und enge Streifen fort.

Die Kelche liegen meistens schwalbennestartig an, während die obern eines Zweiges oft gerade, oft gekrümmt hervortreten.

Das einzige vollständige Exemplar, welches ich von dieser Art sah, befindet sich im Berliner Museum und stammt von den Philippinen. Ein Bruchstück befindet sich jetzt im Hamburger Museum.

Wenn ich diese Form auch mit *Madrepora microclados* Ehrenberg hinsichtlich der äusseren Form vergleiche, so ist doch an eine Verwechselung nicht zu denken, da *Madrepora microclados* Ehr. auf der Unterseite ein gleichmässiges mehr oder weniger lockeres Astgewebe zeigt. Ähnlich verhält sich *Madrepora cytherea* Dana. *Madrepora efflorescens* Dana zeigt nach der Abbildung ebenfalls kein lockeres Astwerk, während bei dieser Form die Bechergestalt vorkommen wird. Ich habe auch an *Madrepora confraga* Quelch gedacht, die aber wieder starke Sprossbildungen auf der Unterseite zeigt und hinlänglich verschieden sein dürfte.

Madrepora elliptica.

Taf. IV. fig. 10.

Eine Form, die bei Milne Edwards und Haime am nächsten der Gruppe LL auf Seite 153 in der Histoire des coraill. gehören würde, wenn auch auf der Unterseite sich nicht eigentliche Platten bilden wie bei *Madrepora effusa* Dana. Dadurch zeigt die Form auch wieder Beziehungen zu *Madrepora Haimei* und *gonagra* EH.

Der Stock incrustiert und erhebt sich in kurzen oft verschmolzenen Cylindern, die höchtens die Höhe von 3 Centimetern erreichen. Sämtliche Kelche treten kaum mit Cönenchym hervor, sind dicht anliegend, meist ohne Innenwand und stets weitmundig erscheinend. Der Endkelch ist bedeutend grösser als die übrigen und durch seine auffällig regelmässig elliptische Form ausgezeichnet und für die Form besonders charakteristisch. Der geringe Raum zwischen den Kelchen und besonders der Endkelch scheint auf dem Rande dicht spongiös.

Die Art stammt von Luzon.

Ein Exemplar befindet sich im Berliner Museum. Zwei Exemplare, das eine von Luzon das andere von Tahiti befinden sich im Hamburger Museum. Wie gesagt, ist der elliptische Endkelch für diese Art charakteristisch. Über die Stellung dieser Art unter den vielen Madreporaarten hoffe ich bei einer Revision derselben zurückzukommen.

Madrepora rudis n. sp.

Taf. IV. fig. 9.

Der Stock erhebt sich schräg anfangs aufsteigend in einzelnen etwas flach gedrückten Zweigen, die eine entfernte Ähnlichkeit mit dem jungen Geweih eines jungen Dammhirsches haben. Die Unterseite ist kelchlos deutlich granuliert bis rissig gefeldert. Gegen das Ende teilt sich ein Zweig mehrfach und erscheint nur an der äussersten Spitze ganz mit Kelchen besetzt. Die Kelche sind besonders stark, wie sie bisher von keiner anderen Species beobachtet worden sind. Die Länge beträgt bei den grösten bis 10 mm. und. die Dicke gewöhnlich 4 mm. Zwischen diesen sehr grossen Kelchen befinden sich eine Menge kleinerer und sogar einzelne eingesenkte. Die Mundöffnung erscheint dem breiten Kelchrande gegenüber sehr klein. Die sehr grossen Septen treten häufig etwas über die Kelchhöhe hervor, während die sechs kleineren Septen etwas zurücktreten, aber gut ausgebildet und stets regelmässig angeordnet sind. Der Endkelch tritt als ein unförmiger Cylinder hervor. Auch die Oberseite ist überall mit hohen Plättchen besetzt, die am Ende der Kelche etwas kürzer und schmäler werden und unter der Loupe der oberen Kelchwölbung ein stachliches Ansehen geben.

Die Kolonien erreichen ungefähr die Höhe von $1/2$ Meter. Die Beschreibung ist nach 2 Exemplaren im Berliner Museum gemacht, die von Ceylon stammen. Das eine Exemplar ist mehr baumförmig, das andere mehr geweihartig. Diese Art weicht ziemlich von allen bis jetzt bekannten Arten bedeutend ab, einmal nur durch die starken Kelche

etwas an *Madrepora variolosa* Klunz. Ihre natürliche Stellung wird sie am besten bei den Formen *Madrepora crassa, M. securis Dana* und *palmata Lamk.* erhalten.

Madrepora papillosa n. sp.

Taf. III. fig. 12 und 14.

Zarte und stark divergierende Zweige, die eine Höhe von 30 Centimeter erreichen. Der Stock ist auf einer Perlmuttermuschel aufgewachsen, besteht am Grunde aus einem breitaufgesetzten Stiel, der sich fächerartig und lockerästig erweitert. Die Zweige sind alle in einer Ebene ausgebreitet, wenig kräftig, etwas gekrümmt und zusammen einen Kreis beschreibend, endigend. Charakteristisch sind für diefe Art besonders die schlanken Kelche, die an der Mündung regelmässig eingebuchtet sind und auf der Aussenseite mit zarten Längsstreifen versehen sind. Auf den Längsriffen stehen dichte Dörnchen, die unter der Lupe wie Pupillen erscheinen und die über den ganzen Stock verbreitet sind. Der Endkelch weicht nicht besonders ab.

Das einzige aber gut erhaltene Exemplar stammt von Tahiti.

Die nähere Verwandschaft zu anderen Formen ist schwer anzugeben, da die andern baumartigen oder stark verästelten Formen sich nach allen Seiten ausbreiten. Vielleicht ist diese Ausbreitung eine mehr zufällige und liesse sich dann diese Art mit *Madrepora brachiata Dana* oder auch *Madrepora implicata Dana* vergleichen, deren Zweige in gleicher Weise schlank erscheinen.

Madrepora pelewensis n. sp.

Taf. III. fig. 11.

Ein lockerästiger Stock erhebt sich ca. 30 Ctm. in starken und vielfach verzweigten Ästen. Die Form steht daher der *Madrepora laxa* Lam. wie sie Brüggemann aufgefasst hat, sehr nahe. Die Verzweigung des Stockes ist unregelmässig aufsteigend und mit kurzen Seitenästen besetzt, die fast wagerecht abgehen. Der Endkelch ist besonders gross, tritt aber wenig hervor. Die Seitenkelche stehen ebenfalls wagerecht ab, sind lang, cylindrisch und an der Mündung ganzrandig. Die Struktur ist locker echinuliert. Auf dem Bruch ist die Koralle locker spongiös.

Ein etwas beschädigtes Exemplar stammt von den Palauinseln.

Diese Form steht durch ihren starken Endkelch und ihren Wuchs in der Mitte zwischen *Madrepora laxa* Edwards und Haime und *Madrepora humilis Dana.* Beide Formen haben aber eingedrückte Kelche und die Verästelung weicht in beiden Formen ab. Die Struktur ist lockerer wie bei *Madrepora laxa* Edw. und Haime. Ob aber Brüggemann die *Madrepora laxa* Edw. und Haime richtig gedeutet hat, ist fraglich. Vorläufig erschien es mir richtiger, die Brüggemann'sche Auffassung zu acceptieren und diese Form neu zu benennen.

Madrepora elegans E. u. H.

Madrepora elegans Edwards et J. Haime, Hist. des coraill. t. III, p. 163, Taf. E. 1, Fig. 3a und 3b.

Diese Art, deren Fundort bisher nicht bekannt war, stammt nach einem Exemplar

im Hamburger Museum von Levuka bei Viti. Die gute Abdildung in Milne Edwards lässt die Art nicht verkennen und durch die abgeplattete Form und die sehr eingedrückten Kelche leicht erkennen. Will man die Studer'sche Untergattung *Isopora* für *Madrepora palmata, labrosa, cuneata* und *incrustans* gelten lassen, so wäre noch mehr für diese Form eine Untergattung aufzustellen, doch scheint *Madrepora parilis Quelch* (Challenger exp. Bd. XV. p. 162, Taf. IX, Fig. 3—3b.) eine Uebergangsform zu den allseitig mit Kelchen verfehenen Formen zu bilden. Neben *Madrepora elegans* bildet Edwards note auf Taf. E. 1. Fig. 4 eine Form ab, die ich *Madrepora Edwardsii* nenne, die er fälschlich für *Madrepora echinata* Dana hielt. Ich habe nun beide Formen vor mir und zeigt sich, dass *Mad. echinata* Dana viel längere Kelche hat und grössere Kolonien bildet. *Madrepora Edwardsii* stammt von Levuka bei Viti nach einem Exemplar des Hamburger Museums und von Luzon nach mehreren Exemplaren des Berliner Museums.

Turbinaria marmorea n. sp.

Taf. III. fiig. 2.

Die Kelche sind oval, klein (2 mm. im Durchmesser), stehen 5 bis 10 mm, von einander entfernt und ragen über die Oberfläche n i c h t oder kaum hervor und sind an den tieferen Stellen wie bei allen Arten kleiner und dichter stehend. Die Kelche sind so tief als breit und haben 16 Septen im Durchschnitt und eine deutlich längliche Columella. Die Septen sind kaum sichtbar gezähnelt,

Die Cönenchym ist fest, marmorähnlich, auf der Oberfläche rissig und um die meisten Kelche herum fest regelmässig, wurmstichig erscheinend. Die Unterseite ist kompact spongiös und ohne Kelche. Die Kolonie ist breit-blattartig oder gefaltet. Der Stock ist in den unteren Partieen 2 Ctm. dick und wird plötzlich am Rande dünn. Das eine Blatt stellt ein Quadrat von 20 Ctm. dar, während das andere ca. 35 Ctm. hoch, einmal gefaltet und an beiden Seiten aus einem Stocke herausgebrochen erscheint, so dass diese Art wohl einen ganz besonders grosen Umfang zu erlangen scheint.

Fundort. Ein Exemplar von den Palauinseln, ein anderes von Ponapé.

Diese Art wurde von Brüggemann provisorisch (Korallen der Karolinen) zu *Turbinaria cinerascens Esp.* gestellt, von der sie sich doch sofort durch die rissige Struktur unterscheidet. Der Stock ist viel massiger und hat im Habitus mehr Ähnlichkeit mit *Turbinaria brassica* Dana. Von dieser Art habe ich ein schönes Exemplar von den Vitiinseln zur Vergleichung, welches durch seine stark vortretenden Kelche mit *Turb. marmorea* nicht zu verwechseln ist. *Turbinaria sinensis Verr.* hat mit ihr in dem geringen Vortreten der Kelche Ähnlichkeit, doch weicht diese Art im Wachstum ab.

Dass diese Art gestielt sei, kann ich nach den beiden grossen Bruchstücken nicht annehmen, da bei dem einen Exemplar die Seiten abgeschlossen sind. Ein vollständiges Exemplar scheint nach dem Exemplar von Porapé mehrere Meter im Umfange zu haben.

Turbinaria mesenterina Lamk.

Exalaria mesenterina Lam. Hist nat. des an. sans vert. I. ed. p. 255 II. ed. p. 399.

Turbinaria mesenterina Klunz, Korall. des rot. Meeres. 2. Teil. p. 50, Taf. VI. Fig. 11.

Nach Stuhlmanns Sammlung in vielen Exemplaren von Zanzibar, scheint also an der ganzen Ostküste Afrikas verbreitet zu sein.

Turbinaria crispa n. sp.

Die Kelche sind an der Mündung klein, gewöhnlich nur 2 selten bis 3 mm. breit; an der Basis erweitern sich dieselben bis 4 mm. Sie ragen bis 3 mm. über die Blattfläche hervor, stehen sehr unregelmässig, aber meistens mehr entfernt wie bei *T. mesenterina* Lam. Die Zahl der Septen beträgt 14 und mehr. Die Columella ist klein, aber meistens fest.

Die Oberfläche ist überall an den Kelchen, der unteren Strucktur und der obern belebten Seite mit in sich schlängelnden Reihen stehenden spongiösen Plättchen oder mehr einzel stehenden Dörnchen besetzt. Der obere Rand enthält einige eingesetzte Kelche und ist ganz spongiös.

Die Kolonie ist ein Labyrinth von aufrechtstehenden Windungen, Falten und Hohlcylindern, an deren einer Seite sich nur Kelche befinden. Die Blätter behalten allenthalben dieselbe Stärke und überschreiten die Dicke von 3 mm. kaum. Die Stöcke erscheinen sämtlich grau.

Diese Art scheint eine der häufigsten zu sein. Ein Exemplar durch Herrn Schröder in Basel zur Bestimmung erhalten. Mehrere Exemplare von den Tongainseln, die ca. 40 cm. im Umfange und 30 cm. Höhe haben.

Sehr wahrscheinlich ist diese Art häufig mit *T. mesenterina* Lam. oder *T. cinerascens* Exp. verwechselt worden. Die erste hat grössere Kelche und mehr Septen, die letztere ist gestielt und becherförmig. Durch die sehr gute Darstellung der *Turb. mesenterina* Klunz aus den roten Meere dürfte sich doch jetzt leicht die Unterscheidung ermöglichen.

Turbinaria cinerascens Ell. u. Sol.

Turbinaria cinerascens Ell. und Sol. Nat. hist. of Zooph., p. 157, pl. 43.

Kommt nach der Stuhlmann'schen Sammlung auch bei Zanzibar vor. Sie ist eine der gemeinsten Arten und erreicht, wie ich in hiesigen Naturalienhandlungen sah, häufig, die Grösse von 2 Metern.

Turbinaria hemisphaerica m.

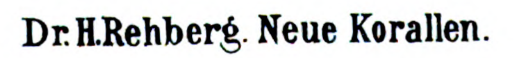
Atraca „stellulata" Lam. (nicht Ell. u. Sol.) Hist anim. s. Vert. II. p. 261

Astreopora „stellulata" Blainv. Man. d'actinologie, p. 383, pl. 60. Fig. 4.

Turbinaria „stellulata" Quelch. Chall. exp. p. 168.

Andreaora stellulata Ell. u. Sol., auf welche Lamark und Blainv. diese Art bezogen, ist ein Orbicellaart. Oft habe ich gedacht, die krüplige Form könne eine zu-

C. Griese ad nat. photog.


Dr. H. Rehberg. Neue Korallen.



fällige Bildung einer anderen Turbinarienart sein, da aber die Kelche durch ihre deutliche Columella und das Conenchym sich durch lockeres, fast wurmstichiges Aussehen kennzeichnen, so bin ich davon zurückgekommen. Ob nun *Turbinaria parvistella* Kent eine eigene Art darstellt, kann ich vorläufig nicht sicher angeben.

Turbinaria bifrons. Brüggem.

Turbinaria bifrons Brüggem. Notes of Stony Corals. Ann. and. Mag. 4. ser. Bd. 19. p. 415.

Brüggemann beschreibt diese Art nach einem Bruchstück. Die Annahme, die Koralle sei allseitig mit Kelchen besetzt, erweist sich aber als nicht zutreffend. Sie ist wie *Turb. aequalis* gestielt und bildet einen Becher, der unten platt ist, und aus dem breite und hohe beiderseitig mit Kelchen besetzte Blätter hervortreten. Das vollständige Exemplar ist 40 cm. breit und 35 cm. hoch.

Von den Tongainseln, nach einem beiliegenden aber nicht weiter befestigten Zettel.

Turbinaria aequalis Quelch.

Turbinaria aequalis Quelch, Chall. Exp. p. 168.

Taf. VII. Fig. 3—3a.

Diese Art schliesst sich nur der vorhergehenden an. Quelch hatte ebenfalls nur ein Bruchstück vor sich. Der ganze mir vorliegende Stock ist 24 cm. breit und 14 cm. hoch. Die Granulation auf der Oberfläche des ganzen Stockes ist besonders ausgesprochen.

Holborne Insel.

Turbinaria crater Pall.

Madrepora crater Pallas, Elnch. Zooph. p. 332.

Turbinaria crater, Oken, Lehrbuch der Naturgesch, Zool. I. p. 67.

Gemmiaora crater, Blainv, Manuel d'aetinologie, pl VI. Fig. 6.

Turbinaria crater, Edwards u. Haime. Hist. nat. des Cor. p. 164.

Zwei Exemplare von der Holborne Insel. Eins in der Mitte mit säulenartigen Erhöhungen, die allseitig mit Kelchen besetzt sind.

Turbinaria patula Dana.

Gemmiaora patula Dana, Exp. p. 410.

Von Viti, Wednesdey-Insel, in der Torresstrasse bekannt. Mehrere Exemplare von Nordostaustralien.

Turbinaria peltata Esp.

Madrepora peltata, Exp. Pflanzentiere, Fortsetzung, I. p. 27., Madrep Taf. 42.

Ein Exemplar von den Tongainseln.

Anacropora spinosa n. sp.

Taf. III. fig. 9.

Der Stock ist strauchig und dicht verästelt. Die Zweige beginnen in einer Dicke von 1 ctm. Durchmesser und tragen in einem Winkel von 80° Dornen oder bis 10 ctm. lange Zweige. Die äusseren Endzweige sind häufig hornartig gekrümmt. Das Cönenchym ist auf dem Durchbruch locker und wird erst im Alter, also in den unteren Partien des Stockes fester.

Die Kelche sind auf den ersten Blick gar nicht sichtbar, so dass der ganze Stock bei oberflächlicher Betrachtung kelchlos erscheint. Nur selten steht ein kleiner Kelch frei auf dem Stock. Die meisten sind je einer hinter einem langen (3—10 mm.) Dorn versteckt. Die Kelche finden sich verhältnismässig spärlich und sind sehr klein und tief. Der Durchmesser beträgt 0,24 bis 0,30 ctm. Es sind 2 Cyclen Septen vorhanden, von denen 6 grössere sich nach innen verschmälern und trabeculär sind. Die 6 Septen 2. Ordnung sind meist unvollständig ausgebildet. Im Grunde der Kelche ist eine deutliche säulenartige Columella sichtbar.

Die ganze Oberfläche ist dicht und scharf granuliert. Die Farbe ist gelblich.

Der Stock hat eine Höhe von 18 ctm. und überwächst z. T. die toten Zweige der eigenen Colonie.

Ein sehr schönes Exemplar von den Palauinseln

Bis jetzt sind bereits 3 Arten aus dieser merkwürdigen Gattung beschrieben:

Anacropora Forbesi Ridley, On Growth and Budding in the Madr. (Ann. and Mag. of nat. hist. 5 ser. 13).p. 288. Taf. XI von den Keelinginseln.

Anacropora gracilis und *solida* Quelch. Challeng. exp. p. 170. Taf. X. 6 bis 6a und Taf. 7 bis 7a., von Banda und *solida* von Kandavu.

doch liess sich die mir vorliegende Art der starken Dornen, des granulierten Cönenchyms des spärlichen Vorkommens der Kelche wegen mit keiner dieser Arten vereinigen.

Fam. Poritidae.

Porites capricornis n. sp.

Taf III. fig. 7.

Zellen mässig vertieft, meist oberflächlich. Die Mauern sind breit gegittert, rundlich bis polygonal. Der Palikranz meist deutlich, Septa etwas unregelmässig und ungleich, verworren trabeculär. Die Columella schwer erkennbar. Auf dem Durchschnitt erscheint der mittlere Kern weiss und unregelmässig zellig, ein äusserer dicker Ring schwarz und regelmässig breit zellig.

Die Kolonie erscheint am Ende in antilopen- und ziegenhornartigen Zweigen. Die Grundäste sind bis 6 ctm. dick. Die ganze Kolonie ist 30 ctm. hoch. Die Äste sind zuweilen verwachsen, am Ende stumpf abgerundet. Die Farbe ist tiefschwarz, wodurch sie an *P. nigrescenz* und *Porites columnaris* Klunz. erinnert, von denen sie sich aber durch den merkwürdigen Wuchs leicht unterscheidet.

Vorkommen. Nach einem Exemplare aus dem Hamburger Museum von den Palauinseln. Im Berliner Museum ein kleines Exemplar mit der Bezeichnung »Indischer Ocean.«

Porites nigrescens Dana.

Porites nigrescens Dana, Zooph. p. 557. pl. 54. fig. 1. 1846.
Milne Edw. et Haime, Hist. des corail. p. 176.

Bisher nur von den Vitiinseln bekannt. Nach mir vorliegenden Exemplaren ebenfalls bei den Palauinseln und an der Nordküste Australiens vorkommend. Sie unterscheidet sich von der vorhergehenden Species durch die schlanken und nur allmählich zugespitzten Äste. Die Farbe ist mehr braun als schwarz, sodass der Name nicht ganz zutreffend ist.

Poritis conglomerata Esp.

Porites conglomerata Esp. Pflanzentiere, t. I. Suppl, p. 74, tab. IX. 1797.

Die Verbreitung dieser durch ihren keulenartigen Wuchs und die eigenartige Zusammensetzung derselben zu ganzen Stöcken scheint sich auf die Südostecke Afrikas zu beschränken. Von Stuhlmann in vielen Exemplaren bei Zanzibar gesammelt. Ausserdem sicher von Madagascar bekannt.

Porites clavaria Lam.

Porites clavaria Lamark, Hist. anim. sans vert., II. p. 270. 1816.
Porites clavaria Milne Edwards et Haime, Hist. des corail. t. III. p. 174.
Porites clavaria var. β Ehrenberg, Korallen des roten Meeres. p. 117.

Ich hatte Gelegenheit diese Form mehrfach von den Antillen zur Durchsicht zu erhalten und sah sie zuletzt im Kieler Museum von den Bermudas, ohne auch nur die geringste Abweichung von *Porites nodifera* Klunz. konstatieren zu können. Dass nun gar diese Form sowohl auf den Antillen wie im roten Meere vorkommen könne, ist weniger wahrscheinlich, als das hier wie so häufig eine falsche Fundortsübertragung stattgefunden hat. Doch führt Duncan *Porites nodifera* Klunz. von den Merguiinseln auf und wäre es noch möglich, dass ich nicht das Original von Ehrenberg in Berlin vor mir gehabt habe.

Porites cylindrica Dana.

Porites cylindrica Dana, Zooph. p. 549. pl. 54. fig. 4. ? decipiens Brüggemann. Die Korallen der Insel Ponapé.

Ein vollständig erhaltenes Exemplar dieser Art stammt von Duke of Yorke. Es soll dies das Original zu Brüggemann's *Porites decipiens* sein, wonach denn diese Art mit *cylindrica* Dana zu vereinigen wäre, da Unterschiede nicht vorhanden sind. Doch ist es auch möglich, dass Brüggemann noch eine andere Form als die im Hamburger Museum befindliche vor sich gehabt hat.

Porites solidus Forscal.

Porites solida Forsk. desc. anim. p. 131 und *Porites solida* Klunzinger, Korallen des roten Meeres p. 42.

Taf. VI. fig. 14. Taf. V. fig. 21.

Von Zanzibar in grossen Exemplaren. Die von Verrill beschriebene Art *Porites solida* ist verschieden, wofür ich den Namen *Porites Verrillii* vorschlage. Die letzte stammt von der Südküste Amerikas.

Porites profundus n. sp.

Taf. III. fig. 4. 5 und 6.

Die Art gleicht im Habitus den Formen *Porites mucronata* Dana und *palmata* Dana, ist aber sofort an den sehr tiefen Kelchen als abweichend zu erkennen.

Der Stock ist unten verwachsen und nur einzelne Zweige treten selbständig hervor. Die Zweige sind ein wenig flach gedrückt und an der Schmalseite mit Sprosszweigen versehen. An der Spitze sind die Zweige konisch, zuweilen gabelig geteilt. Die Zellen sind stark vertieft, niemals oberflächlich, die Mauern dünn, fast trabekulär, oben mit scharf ausgesprochenem, polygonalem Rand, welcher steif abfällt und erst in der Tiefe die Septen zeigt. Die letzteren sind nicht immer gleichmässig, nach aussen breiter, überall zuckerkörnig belegt und zuweilen mit kleinen Erhebungen besetzt. Palikranz sehr undeutlich und bei den oberen, besser entwickelten Kelchen erkennbar; die Columella ist dagegen als dünne Erhebung deutlich sichtbar. Die Zellen sind im Vergleich zu den übrigen Arten gross zu nennen und erreichen oft die Grösse von $2^1/_2$ mm.

Die Kolonie erreicht nur eine Höhe von einem Decimeter. Die Äste überschreiten die Dicke von 15 mm. nicht. Der untere Teil der Kolonie ist abgestorben, einige mit dem Tier eingetrocknete Stellen erscheinen grün, im Querbruch erscheint der Stock locker (fig. 4). Durch das Haus O'Swald in einigen Exemplaren von Nossibè bei Madagaskar erhalten.

Diese durch die tiefen Kelche auffällig verschiedene Art dürfte kaum mit einer andern Art zu verwechseln sein. *Porites mucronata* Dana, die ich zur Vergleichung vor mir habe, hat flachere Kelche, *Porites sacharata* Brüggemann hat ebenfalls flachere Kelche und einen keulenförmigen Wuchs. Das Original der letzten Art befindet sich im Bremer Museum und ist, wie ich gesehen habe, nur ein kleines Bruchstück einer Kolonie, so dass ich nicht urteilen kann, wohin sie zu stellen ist.

Figuren-Verzeichnis.

Taf. I.

Fig. 1. Oberflächenbild von Stylophora gradata n. sp. vergrössert.
Fig. 2. Kelch und Kelchdach von Stylophora gradata n. sp. stark vergrössert.
Fig 3 u. 4. Madracis singularis n. sp. 3. Kelch von der Seite gesehen, 4. von oben.
Fig. 5. Mussa crassidentata n sp. Ein Kelch zum Teil geöffnet.
Fig. 6. Symphyllia subtilis n. sp. Zwei Kelchthäler im Durchschnitt.
Fig. 7. a u. b. Heterocyathus pulchellus n. sp. a Seitenansicht, b von oben gesehen.
Fig. 8. u. 9. Coeloria elegans n. sp. 8. Durchschnitt durch 2 Mauerwände, 9. Thalansicht.
Fig. 10. u. 11. Coeloria deltoides n. sp. 10. Senkrechter Durchschnitt durch 2 Mauerwände. 11. Thalansicht.
Fig. 12. Ulophyllia maxima n. sp. Thäler von oben gesehen.
Fig. 13. Coeloria australiensis n. sp. Kelchcentren in natürlicher Grösse.

Taf. II.

Fig. 1 u. 2. Heterocyathus oblongus n. sp.
Fig. 3. Plerogyra simplex. n. sp.
Fig. 4. Tridacophyllia elongata n. sp. Endzweig einer Kolonie.
Fig. 5. Hydnophora acuta n. sp. Endzweig einer Kolonie.
Fig. 6. Hydnophora columellata n. sp. Endzweig einer Kolonie.
Fig. 7. Clavarina composita n. sp. Endzweig einer Kolonie.
Fig. 8. Kelchcentren von Folioseris papyracea Dana n. sp.
Fig. 9. Kelchcentren von Pavonia furcata n. sp.
Fig. 10. Habitusbild von Lithophyllon undulatum n. sp
Fig. 11. Seitenansicht von Lithophyllon undulatum n. sp.
Fig. 12. Kelchcentren von Lithophyllon undulatum n. sp.

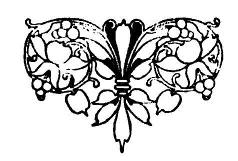
Taf. III.

Fig. 1. Hydnophora columellata n. sp. Kelchenlagen.
Fig. 2. Turbinaria marmorea n. sp.
Fig. 3. Turbinaria marmorea n. sp. Seitenansicht mit aufsteigenden Kelchen.
Fig. 4. Kelch von Porites profundus n. sp.
Fig. 5. Endkolonie von Porites profundus n. sp. nat. Grösse.
Fig. 6. Querbruch durch Porites profundus n. sp.
Fig. 7. Gesamtbild von Porites capricornis n. sp. $\frac{1}{3}$ nat. Grösse.
Fig. 8. Cylloseris fenestrata n. sp. Durchschnitt.

Fig. 9. Anacropora spinosa n. sp.
Fig. 10. Madrepora spinosa n. sp.
Fig. 11. „ pelewensis n. sp. Endzweig.
Fig. 12. Madrepora papillosa n. sp. Siehe auch fig. 14.
Fig. 13. a. u. b. Madrepora philippensis n. sp. 13 a. Einzelkelch vergr.
Fig. 14. Einzelkelch von Madrepora papillosa n. sp.
Fig. 15. Zweig von Madrepora d. chotoma n. sp.
Fig. 16. Endkelch von Madrepora mexicana n. sp.
Fig. 17. Schema des Aufbaues zu Madrepora dichotoma n. sp. Zweig in nat. Grösse.

Taf. IV.

Fig. 1. Amphihelia adminicularis n. sp.
Fig. 2. Folioseris papyralla, (Dana).
Fig. 3. Pavonia furcata n. sp.
Fig. 4. Dendrophyllia japonica n. sp.
Fig. 5. Coenopsammia ramienlosa n. sp.
Fig. 6. u. 7. Madrepora coronata n. sp.
Fig. 8. Madrepora repens n. sp.
Fig. 9. „ rudis n. sp.
Fig. 10. „ elliptica n. sp.



Die

Deutschen Süsswasser-Bryozoen.

Eine Monographie

von

Prof. Dr. Karl Kraepelin.

Director des Naturhistorischen Museums in Hamburg.

II. Entwickelungsgeschichtlicher Teil.

Mit V Tafeln.

SEINEM

HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN

GEHEIMRAT PROF. DR. RUDOLPH LEUCKART

ZUR FEIER DES

SIEBENZIGSTEN GEBURTSTAGES

IN DANKBARER ERINNERUNG

ZUGEEIGNET.

Vorbemerkung.

Das Erscheinen dieses zweiten Teiles war bereits für das Jahr 1888 in Aussicht gestellt; verschiedene Umstände, so namentlich die Übernahme der Leitung des Naturhistorischen Museums zu Hamburg gerade zu dem Zeitpunkte, wo dessen Überführung in ein neues Heim bevorstand, haben mich an der Ausführung meines Vorhabens verhindert. Inzwischen ist an der Erforschung der Süsswasserbryozöen so eifrig gearbeitet worden, dass viele meiner in Mitte der achtziger Jahre gemachten Beobachtungen durch Andere überholt sind, und dass es mir rätlich erschien, in Hinblick auf die zahlreich erschienenen umfangreichen Arbeiten der jüngsten Zeit den monographischen Charakter des ersten Teils aufzugeben und im Wesentlichen nur kurz zu berichten, was meine eigenen Studien ergeben haben. Dazu kommt, dass eine eingehende Untersuchung der Entwickelung aller in Frage kommenden Formen den Abschluss der Arbeit auf weitere Jahre hinausgeschoben haben würde. So bin ich mir denn wol bewusst, dass die vorliegenden Untersuchungen etwas Abgeschlossenes nicht in dem Masse bieten, wie ich es wol gewünscht hätte. Immerhin dürften sie nicht lediglich Bekanntes bringen; auch hoffe ich so manche Fragen auf's neue zur Diskussion gestellt zu haben, die durch die Darstellungen der neueren Autoren als bereits entschieden betrachtet werden könnten. — In einem kurzen Anhange sind einige wichtigere Ergänzungen des ersten Teiles nachgetragen.

Hamburg, den 1. August 1892.

Karl Kraepelin.

Inhalt.

A. Spermatogenese.

Van Beneden dürfte der erste gewesen sein, welcher die Spermatozöen der Bryozöen gesehen hat (31*); er bildet sie ab (46, Taf. V, Fig. 2) als kleine rundliche Kügelchen, aus denen ein langer Faden hervorragt. *Allman* zeigte sodann in seiner Monographie (61), dass die von v. Beneden gesehenen Gebilde keine fertigen Spermatozöen waren, sondern nur Entwickelungsstadien derselben; er erkennt richtig, dass das fertige Spermatozöon ein langes fadenförmiges, vorn nur mit kleinem, zugespitztem Kopfe versehenes Gebilde sei, welches sich allerdings aus einer anfangs kugeligen Zelle entwickelt hat. Wieder aufgenommen wurde der Gegenstand dann erst im Jahre 1880, wo *Reinhard* (81, 82) im Zool. Anzeiger einige vorläufige Mitteilungen über die Bildung der Spermatozöen veröffentlichte. *Reinhard* sagt, dass die Zoospermien aus einem zentralen Teile und einer äusseren Umhüllung od. Membran bestehen. Das rundliche Köpfchen ist in eine Spitze ausgezogen und, gemeinschaftlich mit einem kleinen, ihm anliegenden Teile, vom übrigen Abschnitt des Fadens durch eine Scheidewand geteilt. Die ganze untere Partie des Fadens entsteht aus dem Protoplasma der betreffenden Bildungszelle, während an der Bildung des oberen vielleicht auch der Kern einigen Anteil nimmt. Bei der Befruchtung concentriert sich der centrale Teil des Fadens zu einem granulierten Protoplasmaklümpchen, dem das Köpfchen aufsitzt, und Alles zusammen wird von einer am Köpfchen aufgetriebenen Hülle umgeben. Ich weiss nicht, ob der Autor in einer 1882 in russischer Sprache erschienenen Arbeit (87) diese Angaben wesentlich erweitert oder modificiert hat; die Abbildungen dieser Arbeit lassen indes erkennen, dass *Reinhard* in der That den sogen. Halsteil des Spermatozöon und den »Achsenfaden« richtig erkannt hat, ohne indes über die Bildungsgeschichte desselben, wie des Kopfes weitere Details beizubringen (vergl. dessen Taf. VI, Fig. 2—8). Fig. 1 seiner Tafel VI lässt noch erkennen, dass er die einzelnen Samenzellen zu vielen in einer einzigen, sehr umfangreichen »Spermatozoidenmutterzelle« entstanden glaubt. In einer weiteren Mitteilung (100) aus dem Jahre 85 wird dann aufs Neue hervorgehoben, dass der »Samenkörper aus dem Protoplasma der Samenzelle, nicht durch Verlängerung der Samenzellmembran oder aus dem Kern, gebildet werde«, dass hingegen der Centralfaden und vielleicht auch der ganze Vorderteil des Samenkörpers höchst wahrscheinlich aus dem Kern entstehe. 1886 habe ich dann selbst auf der Naturforscher Versammlung zu Berlin meine Untersuchungen kurz vorgetragen und dabei betont, dass einmal das Kernkörperchen an der Bildung des Kopfteil zweifellos beteiligt sei, und dass andererseits ein Teil des Bildungsmaterials der Spermatide als Restkörper zurückbleibe.

*) Die Zahlen beziehen sich auf das Litteraturverzeichnis Teil I p. 9—16 und dessen Fortsetzung am Schlusse dieses II. Teils.

Bei weitem die eingehendste Darstellung über den vorliegenden Gegenstand hat indes *Korotneff* (108) im Jahre 1887 gegeben. *Korotneff* glaubt in der Entwickelung der Spermatozöen vier Zellgenerationen unterscheiden zu können, die Spermatogonien, Spermatocysten, Spermatiden und Spermatosomen. Die Spermatogonien, welche sich vom Funiculus als kugelige Zellhaufen abtrennen können, sind embryonale Zellen, welche sich durch Kernvermehrung in grosse ballonartige Spermatocysten verwandeln, die frei in der Leibeshöhle herumschwimmen und nun ihrerseits aus den Kernen direkt oder indirekt Spermatiden hervorgehen lassen, die peripherisch der zur hyalinen Blase gewordenen Spermatocyste aufsitzen, sich aber ebenfalls wieder ablösen können. Des weiteren wird dann geschildert, wie aus Microsomen ein kalottenartig den Kern umschliessender »Nebenkern« entsteht, der zur Bildung des Halses führt, während eine zweite kalottenartige Schicht des Kerns selbst mehr und mehr dem Kernkörperchen und dem Halsteil des Spermatozöon sich nähert, um schliesslich mit dem Kernkörperchen (im Texte steht irrtümlich zweimal »Kern«) den Kopf des Samenkörpers zu bilden. Der Achsenfaden entsteht aus der Microsomenschicht des Nebenkerns, der übrige Teil des Schwanzes aus dem Plasma der Spermatide. Kopf, Hals und Schwanz entwickeln sich also getrennt, um sich später zu vereinigen. Beim Eindringen des Samenkörpers in die Eizelle bleibt der Schwanz draussen; der Hals bekommt dabei ein klumpenartiges Aussehen.

Ganz oberflächliche Mitteilungen über Spermatogenese der Bryozöen hat dann in jüngster Zeit *Braem* (119, p. 115) veröffentlicht. Derselbe führt aus, indem er die drei Jahre vor ihm erschienene ausführliche Untersuchung *Korotneffs* im Archiv für mikroskop. Anatomie, ja selbst die verschiedenen Mitteilungen *Reinhards* nicht zu kennen scheint, dass am Funiculus sich zunächst »Spermatoblasten« entwickeln, d. h. Zellen, deren Kernkörperchen zerfällt, um nach Zerstörung der Kernmembran eine Anzahl peripherisch gelagerter, eine granulirte Centralmasse umschliessender Tochterkerne zu bilden, deren jeder mit dem ihn umgebenden Protoplasma ein »Spermatozoon repräsentiert«. Hierbei findet wahrscheinlich eine Auflösung der »ursprünglichen Zellhaut« (d. h., wie ich vermute, der Zellhaut der »Spermatoblasten«) statt. Der Schwanz des Spermatozoon wird aus dem die Tochterkerne umlagernden Protoplasma gebildet und zwar vermutlich aus der nach innen gewandten Hälfte. Der centrale Teil des Spermatoblasten, der übrigens nicht immer nachweisbar ist, bleibt nach dem Abschwärmen des Spermatozoon als Restkörper zurück. Bei Cristatella existieren, ausser den rundlichen Spermatoblasten, auch grössere wurstförmige, über deren Entstehung — ob aus einer einzigen Zelle, ob durch Verschmelzung entstanden — der Verf. nicht zu entscheiden wagt.

Wenden wir uns nunmehr zu den eigenen Beobachtungen, so mag zunächst darauf hingewiesen werden, dass eine genaue Erforschung der verschiedenen Entwickelungsvorgänge nur möglich ist, wenn man den Gegenstand sowol an frischen Objekten, wie auch auf Schnittpräparaten studiert. Dass *Korotneff* das letztere augenscheinlich unterlassen, macht es allein erklärlich, wenn neben dem vielen Richtigen, das seine Untersuchungen bringen, doch auch Irrtümer von fundamentaler Bedeutung sich eingeschlichen haben.

Dass das Zellmaterial, welches die Spermatozöen zu liefern hat, dem sog. Mesoderm,

d. h. der die Leibeshöhle innen auskleidenden und den Funiculus überkleidenden Schicht angehört, ist bereits von *Allman* richtig erkannt worden. Bei der Mehrzahl der Süsswasserbryozöen ist es der Funiculus ausschliesslich, welcher die Spermazellen liefert, in andern Fällen finden sich dieselben auch teilweise (Paludicella) oder ausschliesslich (Victorella) an der Leibeswand oder (bei Cristatella nach *Braem* und *Davenport*) an den die Leibeshöhle durchsetzenden Septen. Hie und da konnte ich auch bei Plumatella die Entwickelung kleinerer Spermabüschel an der Leibeswand oder gar am hinteren Darmende feststellen.

Der Spermatozöen erzeugende Funiculus zeigt bei der von mir als Typus ausgewählten Gattung Plumatella schon in sehr jugendlichem Zustande, d. h. an der kaum halbreifen Knospe, eine auffallende Verdickung (Fig. 1), welche durch äusserlich gelagerte, dicht an einander gedrängte Zellen mit grossen Kernen hervorgebracht wird. Diese Zellen siud augenscheinlich in rapider Vermehrung, (Fig. 2, 3), so dass sie bald an dem einfach strangförmigen Funiculus keinen Platz mehr finden. So entstehen gewaltige traubige Wucherungen am Funiculus, welche demselben fast das Aussehen einer acinösen Drüse geben, wie Fig. 3 und in weiterer Entwickelung der Querschnitt Fig. 4 dies zeigt. Wie auf Schnitten leicht zu konstatieren (Fig. 4), werden die einzelnen Loben dieser Funiculustraube nicht von den oberflächlichen Mesodermzellen allein gebildet; vielmehr hat auch das innere Funiculusgewebe an der Verzweigung teil genommen. Dasselbe bildet feine, mit länglichen Kernen (Fig. 5, Fig. 6 k) durchsetzte Faserstränge, denen dann die traubig gehäuften Spermazellen wie die Beeren dem Stiele aufsitzen. Es scheint mir eine durchaus müssige Frage, ob etwa die Zellen eines jeden solchen »Lobus« ursprünglich aus einer einzigen Mutterzelle hervorgegangen sind. Das, was man thatsächlich konstatieren kann, ist lediglich eine fortgesetzte riesenhafte Zellvermehrung durch Teilung, die schliesslich zur Lobenbildung führen muss und die, wenn sie bis zu einem gewissen Punkte gediehen ist, plötzlich halt macht, um nunmehr an jeder einzelnen der so entstandenen Zellen durch eine Reihe anderer Vorgänge, welche wir als Reifungserscheinungen bezeichnen wollen, abgelöst zu werden. Es folgt aus dem Gesagten, dass das ganze künstliche Gebäude *Korotneffs* von Spermatogonien, Spermatocysten etc. in sich zusammenfällt, und dass auch die Spermatoblasten *Braems* der thatsächlichen Grundlage entbehren. Ja noch mehr; auch die weiteren Angaben *Korotneffs*, dass die ballonartigen Spermatocysten immer, die Spermatogonien häufig losgelöst in der Leibeshöhle umherschwimmen, müssen als fundamentale Irrtümer bezeichnet werden, da jedes einzelne Spermatozoon sich in dem Lobus des Funiculus selbst entwickelt und seine Entwickelungsstätte nicht vor der völligen Reife verlässt, wie weiter unten noch näher gezeigt werden soll. Übrigens sind die Irrtümer *Korotneffs* aus der Methode seiner Untersuchung sehr leicht erklärlich. Die einzelnen, jedem Lobus aufsitzenden Spermazellen, welche wir nunmehr, da sie je ein Spermatozoon erzeugen, als *Spermatiden* bezeichnen wollen, sind, wie Fig. 5 u. 6 erkennen lassen, von birnenförmiger Gestalt, entbehren aber, wie später noch eingehend zu erörtern, durchaus der umhüllenden Membran. Wird nun bei Präparation am lebenden Tier eine einzelne Zelle vom Lobus abgerissen, so nimmt sie sofort die Gestalt einer Kugel an; reisst aber

ein ganzer Lobus oder ein Teil desselben ab, so fliesst das Protoplasma aller an ihm haftenden Zellen plötzlich zu einer sehr umfangreichen Kugel zusammen (wie ich selbst unter dem Mikroskop zu beobachten Gelegenheit hatte) und erscheint nun als eine grosse frei schwimmende »Spermatocyste« mit zahlreichen Kernen im Innern. Diese zusammengeflossenen Kugeln sind es, welche die früheren Autoren zu der Annahme endogener Spermatidenbildung im Innern von riesenhaften Spermatocysten veranlassten.

Als Endresultat der Zellwucherungen auf der Oberfläche des Funiculus sahen wir schliesslich ein umfangreiches, traubig-lappiges Gebilde entstehen, dessen einzelne Loben aus stielförmigen, dem inneren Gewebe des Funiculus angehörenden Fasersträngen und aus ihnen aufsitzenden, birnenförmigen, membranlosen Zellen mit grossem, kugeligem Zellkern und stark lichtbrechendem Kernkörperchen sich zusammensetzen (Fig. 4, 5). In jeder dieser Birnzellen oder Spermatiden entwickelt sich ein Spermatozoon, dessen Bildungsgeschichte nunmehr zu verfolgen ist. Auch hier wieder zeigt es sich, dass nur die kombinierte Untersuchung von frischem Material und von Schnittserien zum Ziele führt.

Betrachten wir zunächst die lebende Spermazelle, wie schon *Korotneff* sie vor sich gehabt. Fig. 11 u. 12 stellen je eine, vom Lobus abgerissene und daher kugelig geballte, freischwimmende Spermatide dar. Der nicht sehr grosse Kern ist (Fig. 12) augenscheinlich wandständig, stark lichtbrechend, homogen und nur in der Mitte mit ebenfalls stark lichtbrechendem Kernkörperchen versehen. Rings um den Zellkern findet sich ein in der Peripherie allmählich verschwindender Hof feinwolkigen Protoplasmas. Fig. 13 bietet dann die ersten Stadien der beginnenden Spermatozöenentwickelung. Der Kern hat bedeutend an Umfang gewonnen und ein mehr bläschenartiges Aussehen angenommen; in seinem Innern treten ausser dem unveränderten Nucleolus noch eine Anzahl weiterer stark lichtbrechender Körperchen auf, die auch in dem nächst folgenden Stadium (Fig. 14) erhalten bleiben. An einer Seite bemerkt man am Kern eine eigentümliche Abplattung oder Einbuchtung, und hier hat sich das wolkige Protoplasma des Hofes stark gehäuft, wobei schon zwei kleine vakuolenartige Gebilde in die Erscheinung treten. Diese wolkigen Massen des Protoplasmas nun, welche den Kern alsbald kalottenartig umlagern — Fig. 15 u. 16 sind im optischen Längsschnitt gezeichnet — liefern in weiterer Entwickelung den Hals des Spermatozoon oder genauer ausgedrückt, die cylindrische Wandung des Halses, während der in demselben verlaufende Achsenfaden, wie später zu zeigen, wahrscheinlich dem Kern entstammt. Die Fig. 15, 16 u. 17 dürften die allmähliche Bildung des Halscylinders in der angegebenen Weise deutlich erkennen lassen. Fig. 15 zeigt nun ganz unvermittelt, wie aus der kugeligen Zelle ein langer Schwanzfaden herausgeschossen ist, der sich im Innern der Zelle deutlich bis zum Kern, nicht aber bis zum Nucleolus, verfolgen lässt, während der Kern selbst, wie auch der Nucleolus in ihren Dimensionen in ganz auffallender Weise zurückgegangen sind. Das Hinausschiessen dieses Fadens scheint so plötzlich vor sich zu gehen, dass es weder am frischen Material, noch auch an Schnittpräparaten gelingen will, sein allmähliches Wachsen zu beobachten; er ist eben plötzlich da, und die gewaltige Verminderung des Kernbläschens scheint darauf hin zudeuten, dass es eben die Kontraktion desselben war, welche den wahrscheinlich im

Innern des Kerns bereits vorgebildeten Faden herauspresste. Über die Herkunft dieses Fadens giebt indes das lebende Material keinen Aufschluss. Etwas weiter nach dieser Richtung führen uns gefärbte Präparate, indem sie uns lehren, dass bis zu dem geschilderten Stadium im Kern eine ganze Reihe von Prozessen sich abspielen, von denen an der frischen Spermatide nichts zu beobachten ist.

In Fig. 30 sehen wir eine zur Entwickelung reife Spermatide, welche, da sie einem Schnittpräparat entnommen, nicht kugelig, sondern birnförmig gestaltet ist. Man erkennt, dass um den stark lichtbrechenden Nucleolus der ganze Kern dicht mit Chromatinkörnchen angefüllt ist, ein Umstand, der ihn im lebenden Zustande (Fig. 11) eben stark lichtbrechend und homogen erscheinen liess. Bald kommt Bewegung in diese angehäufte Chromatinmasse. Ein Teil wandert centralwärts zum Nucleolus, um sich ihm anzulagern oder, wie eine Reihe von Bildern zu beweisen scheinen, mit ihm zu verschmelzen, während ein anderer Teil anfänglich noch an der Peripherie des Kerns verharrt. Dieses Stadium veranschaulicht Fig. 31 mit seinem mächtig gewachsenen Nucleolus und der ihn umgebenden, chromatinloseren Zone. In den Figuren 32—38 sehen wir dann weitere Veränderungen der Kernsubstanz sich abspielen. Der Kern selbst ist zu einer grossen farblosen Blase aufgebläht, in seiner Mitte aber hat sich das Chromatin zu äusserst mannigfach gestalteten Klumpen geballt, in denen hie und da (Fig. 34, 36) ein besonders lichtbrechendes Körnchen als Nucleolus noch zu erkennen ist. Ohne die Aufeinanderfolge dieser Chromatinbewegungen im Einzelnen sicher feststellen zu können, erscheint doch schon aus den wenigen als Beispiele herausgegriffenen Figuren soviel mit Sicherheit hervorzugehen, dass es sich hier um einen Prozess der Kernteilung handelt, der schliesslich dazu führt, dass ein *Teil* des Kernchromatins, aber nicht alles, in einem die Kernhöhle kreuz und quer durchziehenden Fadennetz angeordnet ist (Fig. 36—38), wobei ein central gelagertes Kernkörperchen wieder deutlich zu erkennen ist. Wenn wir nun wahrnehmen, wie auf dieses Stadium mit vorgebildetem Kernfaden und riesenhaft vergrösserter Kernblase plötzlich das Stadium Fig. 39 folgt, in welchem die Kernblase auf etwa ein Drittel der Grösse herabgesunken und der Kernfaden in ihr verschwunden ist, dafür aber ein langes fadenförmiges, bis zum Kerne verfolgbares Gebilde aus der Zelle herausragt, so dürfte der Schluss nicht zu gewagt sein, dass wir in diesem neu auftretendem Fadengebilde eben jenen Kernfaden zu erblicken haben, der durch die Kontraktion der Kernblase nach aussen gepresst wurde. Das Kernkörperchen, freilich in viel winzigeren Dimensionen als bei der reifen Spermatide, ist auch jetzt wieder im Innern des Zellkernes deutlich sichtbar, während ringsum am Rande des Kernes kleine Chromatinbrocken bemerkbar sind, die augenscheinlich bei der Bildung des Kernfadens nicht mit verwandt wurden und nun dem Kern fast das Aussehen des Zifferblattes einer Uhr mit seinen peripherisch gestellten Zahlen geben (Fig. 39).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir in der eben beschriebenen Fig. 39 unserer Tinctionspräparate nunmehr bei demselben Entwickelungszustand angelangt sind, den uns Fig. 15 am frischen Material vor Augen führte. Es mag nur noch bemerkt werden, dass die Bildung des Halsteils, wie sie an lebendem Material recht gut

zu verfolgen war, bei den gefärbten Zellen nur in ganz vagen Andeutungen zu erkennen ist.

Das fadenförmige Gebilde, dessen Entstehung aus dem Kernnetz wir soeben nachzuweisen suchten, ist nun, wie sich demnächst ergiebt, der zukünftige *Achsenstrang* des Spermatozoons, und es erübrigt daher nur noch zu schildern, wie die Umhüllung desselben und die Bildung des Spermatozöenkopfes zu Stande kommt. Letzteres ist an frischem wie an gefärbtem Material ziemlich gleich gut zu beobachten, und es schliessen sich die Ergebnisse meiner Untersuchungen in Bezug auf diesen Punkt der Hauptsache nach an die schon von *Korotneff* gegebene Schilderung an. Die in Fig. 39 peripherisch in der Kernblase angeordneten Chromatinbrocken scheinen alsbald nach dem distalen Pole des Kernes zusammen zu rücken. Jedenfalls sieht man hier nach einiger Zeit eine sich stark färbende kalottenartige Chromatinschicht (Fig. 40), die auch an der lebenden Zelle (Fig. 19, 20) im optischen Längsschnitt als stark lichtbrechendes Bogenstück der Kernwand in die Erscheinung tritt. Gleichzeitig bemerkt man hier, dass von der Anheftungsstelle des Halses an den Kern ein kleiner Zapfen — wol aus dem peripherischen Chromatin hervorgegangen — in den Kern hineinragt und sich vermittelst eines äusserst zarten Fädchens mit dem Nucleolus in Verbindung setzt. An konserviertem Material (Fig. 40) liess sich dieses Fädchen nicht nachweisen. Während nun die eben beschriebene Chromatinkalotte durch Verkleinerung ihres Radius sich verengt und ein zartes trichterförmiges Verbindungsstück bis zum Halsteil des Spermatozoon am Grunde des Kerns aussendet (Fig. 21, 41), ist der Nucleolus, wol unter Führung des eben erwähnten feinen Fädchens, aus seiner bisherigen centralen Lage bis auf den kleinen Zapfen am Halseingange herabgerückt und verschliesst so den letzteren (Fig. 20, 21), indem er gleichzeitig hierdurch mit dem den Hals durchziehenden Achsenfaden in innige Verbindung tritt. Die letzten Vorgänge der Kopfbildung des Spermatozoon bestehen nun einfach darin, dass die Chromatinkalotte auch ihrerseits unter steter Verringerung des Kernumfanges dem Halsteil mit seinem Nucleolusköpfchen immer näher rückt, bis sie das letztere haubenartig umschliesst und mit ihm zu einem spitzkegelförmigen Gebilde verwächst. Die Fig. 21, 22, 23 u. 24 des lebenden Materials, wie die Fig. 41—43 der Schnittpräparate werden diesen Vorgang ohne weiteres veranschaulichen. Verschiedenheiten zeigen sich in diesen Figurenreihen nur in sofern, als beim lebenden Material die Verbindung der Chromatinkalotte mit dem Halsteil und deren schliessliche Verschmelzung einfach dadurch zu Stande zu kommen scheint, dass die Kernwand selbst Schritt für Schritt sich verengt, bis sie dem Nucleolus sich aufgepasst hat, während die Schnittpräparate Fig. 41—43 deutlich dafür sprechen, dass die sich verengernde Kalotte von der Kernwand sich abhebt, und dass selbst nach vollständiger Verschmelzung derselben mit dem Nucleolus die Kernhöhle noch in freilich sehr winzigen Dimensionen nachzuweisen ist (Fig. 43). Welche von beiden Bildern den thatsächlichen Vorgang korrekter wiedergeben, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, glaube aber wol, dass am lebenden Material eine so winzige Kernhöhle sehr wohl übersehen werden kann. — Dass übrigens auch für das Herabrücken der Haube ein centraler Führungsfaden, wie für den Nucleolus vorgebildet wird, dürfte aus dem in Fig. 22 gezeichneten Befunde hervorgehen

Das den Kern umgebende *Zellplasma* der Spermatide zeigt bis zum Herausschiessen des Fadens keine anderen Veränderungen, als die Seite 10 beschriebene Körnchenanhäufungen, die bis zur Bildung des Halsteils führen. Abgerissene Zellen erscheinen, wie bereits hervorgehoben, vollkommen kugelig, woraus schon ohne weiteres ihre Membranlosigkeit sich ergiebt. Des Weiteren wird diese Thatsache durch die vielfach im frischen Präparat anzutreffenden, zwei (Fig. 25), vier (Fig. 17) oder zahlreiche Spermatozöen im Innern beherbergenden, mächtigen Plasmakugeln erhärtet, die, wie direkte Beobachtung und die Betrachtung der Schnittpräparate beweisen, nur durch Ineinanderfliessen des Protoplasmas mehrerer ursprünglich selbständiger Zellen entstanden sein können. Endlich wäre noch, um die absolute Volubilität des Zellplasmas zu beweisen, auf Zustände wie Fig. 21 aufmerksam zu machen, bei welcher der gesamte Zellinhalt vom Kern sich losgelöst hat und einfach am Achsenfaden herabgeglitten ist.

Wenn der Halsteil, dessen Wände ein eigentümlich creneliertes Aussehen zeigen (Fig. 19, 20), die Form eines gestreckten Ellipsoids angenommen, fliesst ein Teil des Zellplasmas — und auch dieser Vorgang scheint sich urplötzlich abzuspielen — am Achsenfaden entlang, ohne indes, wie dies in den Fig. 18 u. 20 deutlich zu sehen, allen Schlängelungen des Achsenfadens immer folgen zu müssen. Merkwürdig hierbei ist, dass am lebenden Material man ungemein häufig auch solche Zustände findet, wie sie Fig. 20 u. Fig. 23 veranschaulichen. Die protoplasmatische Umhüllung des Achsenfadens oder richtiger des Schwanzteils desselben beginnt hier nicht unmittelbar am Grunde der Zelle, sondern erst ein gut Teil unterhalb derselben, so dass also in diesem Falle die Plasmahülle des Schwanzes und das den Kopf-Halsteil umgebende Plasma nur durch den nackten Achsenfaden verbunden zu sein scheinen. Mögen diese Zustände immerhin pathologische sein; jedenfalls dürften sie auf einen gewissen Gegensatz zwischen den beiden Plasmamassen hinweisen, den man vielleicht durch die Annahme erklären könnte, dass es sich bei der Bildung der Schwanzhülle nicht um das grobmechanische Herabfliessen irgend welcher beliebiger Plasmamassen am Achsenfaden handelt, sondern um ein *Ausscheidungsprodukt* des Plasmas, welches in so feinem Strom am Achsenfaden dahinzieht, dass derselbe in seinem oberen Ende völlig nackt erscheint, so lange der Prozess noch nicht beendet. Doch wie dem auch sei, die Thatsache bleibt jedenfalls bestehen, dass das Plasma des Schwanzteils und dasjenige der Zelle alsbald sich gegeneinander abschliessen und zwar gerade an der Stelle, wo Schwanz und Hals aneinanderstossen (Fig. 24—26). Inzwischen ist der durch seine unndulierte Begrenzungsmembran ausgezeichnete Halsteil aus dem Ellipsoid mehr und mehr in die langcylindrische Form übergegangen und hat hierdurch das Zellplasma, welches augenscheinlich an dessen Vorder- und Hinterende adhäriert, gezwungen, eine ebenfalls gestreckte, im übrigen aber variable Gestalt (vgl. Fig. 23—27) anzunehmen. In diesem Stadium scheint nun der Schwanzteil eine festere Membran auszuscheiden, wie Fig. 27 lehrt, wo das Plasma des vom Halse fast losgelösten und nur noch durch den Achsenfaden mit ihm verbundenen Schwanzteils vollkommen scharfkantige Begrenzung zeigt, wie sie nur beim Vorhandensein einer festen Zellmambran möglich ist. Bis zu diesem Zeitpunkte ist der Achsenfaden bis zum unteren Drittel des

Schwanzes, wo er unter allmählicher Verbreiterung unmerklich in die Plasmahülle übergeht, der ganzen Länge nach in Hals und Schwanz deutlich nachzuweisen. Ja auch, wenn das Spermatozöon seine definitive Form fast völlig erreicht hat (Fig. 28), und nur die eigentümliche Einschnürung und eine stark lichtbrechende Querbrücke dort, wo Hals und Schwanzteil zusammenstossen, den unreifen Zustand erkennen lassen, sieht man den Achsenfaden noch in der eben angegebenen Ausdehnung. Beim völlig reifen Spermatozoon indes (Fig. 29) konnte ich denselben im Schwanzteile nicht mehr nachweisen, während er im Halsteil augenscheinlich stets deutlich sich abhebt.

Ist das Spermatozoon bis zu dem in Fig. 28 u. 43 wiedergegebenen vorletzten Stadium herangereift, so zieht es sich aus dem Zellplasma, welches bis dahin Kopf und Hals in Birnform umgab, heraus und schwimmt davon. Die zurückbleibenden Plasmamassen aber ballen sich, mit den Faserresten und Kernen des als Stiel dienenden inneren Funiculusgewebes vergesellschaftet, zu grossen ungemein dunkel und diffus sich färbenden Kugeln zusammen und bilden den sogen. *Restkörper,* wie dies die Fig. 8, 9 u. 10 veranschaulichen. Der Funiculus selbst, von seinen verästelten Traubenbüscheln befreit, nimmt mehr und mehr wieder die Gestalt eines einfachen Stranges an (Fig. 10), um sich nunmehr auf seine weitere Aufgabe, die Statoblastenbildung, vorzubereiten.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass bei natürlicher Lage der Spermatiden an den Loben des Funiculus die Chromatinkalotte des Kopfes stets am distalen Ende der Birnzelle, der Halsteil hingegen am proximalen Teile gebildet wird. Er muss daher in den letzten Stadien der Entwickelung eine Drehung des Kernes um 180° und ein Hineinrücken in das Innere der Zelle stattfinden, wie dies die Figuren 42 u. 43 veranschaulichen mögen.

Fassen wir noch einmal die Resultate unserer Untersuchungen kurz zusammen, so ergiebt sich etwa Folgendes:

1. Die Spermatozöen entwickeln sich aus Zellen des Mesoderms, vornehmlich aus der oberflächlichen Zellschicht des Funiculus.
2. Die Zellen, aus denen die Spermatozöen hervorgehen, sind membranlos, sitzen an traubigen Verästelungen des Funiculus und werden niemals frei beweglich.
3. Eine Scheidung von Spermatogonien, Spermatocysten und Spermatiden ist nicht erkennbar. Die Spermatiden erscheinen lediglich als die Endprodukte fortgesetzter Zellteilung des ursprünglichen Funiculusepithels.
4. Die Spermatozöen bestehen aus Kopf-, Hals- und Schwanzteil. Letztere beiden sind von einem Achsenfaden durchzogen.
5. Der Kopf besteht aus dem ursprünglichen Nucleolus der Spermatide (oder einem Teil desselben), dem eine nach vorhergegangener Kernteilung abgespaltene Chromatinschicht des Kerngerüstes als Haube aufsitzt.

6. Der Achsenfaden repräsentiert den andern Teil des ursprünglichen Kernchromatins. Er wird in der Kernblase selbst vorgebildet und dann im fertigen Zustande durch Kontraktion des Kernes ausgestossen.
7. Der Halsteil des Spermatozoon entsteht — abgesehen von dem Achsenfaden, der ihn durchzieht — aus wolkigem Zellplasma ausserhalb des Kerns, welches bald zu einer gewellten Membran erhärtet.
8. Der Schwanzteil entsteht aus dünnflüssigerem, wahrscheinlich durch einen Ausscheidungsprozess erzeugten Plasma der Zelle selbst, welches am Achsenfaden herabfliesst und sich nun ebenfalls mit einer Membran umgiebt.
9. Der nach Bildung des Halsteils und des Schwanzes verbleibende protoplasmatische Rest der Zelle bleibt beim Davonschwimmen des Spermatozoons unbenutzt zurück und verbindet sich mit seines Gleichen wie mit den sonstigen Zellelementen des gesammten Lobus (inneres Funiculusgewebe) zu grossen kugeligen Restkörpern.

Ob bei der Reifung der Spermatozöen *Richtungskörperchen* ausgestossen werden, vermag ich nicht zu entscheiden, doch verdient wol die schon von *Korotneff* (108) angegebene Thatsache Erwähnung, dass im Zellplasma sehr häufig ein grosser, stark lichtbrechender »Nebenkern« anzutreffen ist, wie solcher beispielsweise in den Fig. 20, 24 u. 27, also bei sehr verschiedenen Stadien der Entwickelung, von mir gezeichnet wurde.

B. Embryogenese.

Die freischwimmenden, bewimperten Embryonen der Süsswasserbryozöen sind schon von den ältesten Beobachtern *(Trembley, Roesel)* gesehen, aber als parasitische Infusorien (»Läuse« nennt sie Roesel) angesprochen worden. Erst *Dumortier* (25) erkannte im Jahre 1835 richtig, was es mit diesen Parasiten auf sich habe, verlegte aber die Bildungsstätte der Embryonen in den Funiculus, den er kurzer Hand als Eierstock bezeichnet. Auch *van Beneden* (46) zweifelt nicht an der Richtigkeit der letzteren Ansicht. Er bildet zwar wirkliche Eier mit ihrem Keimfleck ab; aber er hat dieselben nur frei in der Leibeshöhle herumschwimmend beobachtet und ihre wahre Bildungsstätte demgemäss nicht erkannt. Da ihm nun die freischwimmenden echten Embryonen und die den Statoblasten entstammenden »wimperlosen Embryonen« gleicherweise bekannt waren, so gelangt er zu der Annahme, dass die Eier teils als Sommereier direkt zu wimpernden Embryonen sich entwickeln, teils mit einer Chitinschale sich umgeben und gewissermassen Wintereier repräsentieren. Aus dieser Auffasung heraus ist denn auch seine Behauptung zu erklären (46, pag. 10), dass ein Teil der Bryozöen getrennten Geschlechtes und zwar alsdann vorwiegend *weiblich* sei, während thatsächlich Sperma und Eier unabänderlich in ein und demselben Individuum anzutreffen sind. Als weibliche Tiere betrachtete eben der belgische Forscher augenscheinlich alle diejenigen, welche nach Beendigung der Geschlechtsperiode an ihrem Funiculus lediglich reifende Statoblasten erkennen liessen.

Es ist das Verdienst *Allmans* (61), die Bildungsstätte der Eier und somit das echte »Ovarium« zuerst richtig nachgewiesen, die Statoblasten aber als ungeschlechtliche, knospenartige Propagationsmittel erkannt zu haben. *Allman* giebt an (61, pag. 33, 34), dass das Ovarium der Seitenwand der »Endocyste« nahe der Mündung angeheftet sei und aus einer Mehrzahl von Eiern mit grossem Keimbläschen und deutlichem Keimfleck bestehe. Später verschwindet das Keimbläschen, das Ei wird zur Morula und darauf zum ovalen, cilientragenden Hohlkörper, der aber keine Öffnung nach aussen zeigt. Erst jetzt, während der Embryo übrigens nach wie vor von einer einschichtigen Ovarialhülle umschlossen bleibt, bildet sich eine tiefe Einstülpung an der einen Seite, aus deren Mitte dann wieder bruchsackartig eine cilienlose Ausstülpung sich erhebt, die nunmehr an ihrer Spitze ein oder zwei Polypide knospet. Der endlich frei werdende Embryo stülpt seinen Polypen tragenden Bruchsack weiter heraus, der schliesslich als direkte Fortsetzung des cilientragenden, aber der Cilien verlustig gehenden Teiles erscheint und sich nebst dem letzteren mit einer chitinösen Ectocyste überkleidet.

Den Angaben *Allmans,* dass der Embryo seine Entwickelung im Ovarium durchlaufe, trat *Metschnikoff* (74) in einer vielbesprochenen kurzen Notiz entgegen, in der er behauptete, dass die Eier zur Reifezeit, noch mit dem Keimbläschen versehen, das Ovarium

verlassen und frei in der Leibeshöhle umherschwimmen, um dann von einer eigentümlichen Knospe eingeschlossen zu werden, welche um den werdenden Embryo nach Art der decidua reflexa eine denselben umhüllende Duplicatur bilde. Des Weiteren berichtet *Metschnikoff* von einer totalen Furchung des Eies, aus dem ein Zellhauf mit centraler Leibeshöhle hervorgehe. Der Embryo wird alsdann zweischichtig, länglich und produziert nunmehr an seinem Vorderende zwei Polypide, die sich nach Art gewöhnlicher Knospen entwickeln. Um diese Zeit entsteht in der Mitte des Embryo eine Ringfalte, die allmählich nach oben zusammenwächst und den Polypen tragenden Teil als Scheide umhüllt.

Diese Angaben Metschnikoffs wurden dann von *Nitsche* (78, p. 349 ff.) in ihrem ganzen Umfange bestätigt und noch dahin vervollständigt, dass der cilientragende Kragen des durch die »Ooeciumöffnung« ausgeschwärmten Embryos beim Festsetzen des Tieres nach hinten zurückgeschlagen und schliesslich in das Innere des Körpers am hinteren Pole eingestülpt werde, wo er degeneriert.

Weitere Studien über die Embryogenese der Süsswasserbryozöen stammen von *Reinhardt*. Derselbe berichtet (81, pag. 209) von eigentümlichen Protoplasmaklümpchen, die in der Peripherie des Eies auftreten und von Allman wol irrtümlich für Zellen angesehen seien. Die Segmentation des Eies hat *Reinhard* nicht gesehen, glaubt aber zu erkennen, dass die Gastrula durch eine tiefe »wimpernde« Einstülpung der Wandung in die Segmentationshöhle entstehe. Der Gastralmund schliesst sich dann später, und der sackförmige Embryo erhält nun die Ringfalte, von der schon *Metschnikoff* gesprochen; der oberhalb derselben gelegene kappenförmige Teil des Embryo knospet die Polypide. Die Ansicht *Metschnikoffs* und *Nitsches*, dass das Ei von einer umgewandelten Knospe aufgenommen werde, wird als irrig verworfen; die den Embryo umgebende »einschichte« Hülle vielmehr als ausgedehnte Membran des Eierstocks angesprochen. Der cilientragende Teil des Embryos bildet keinen Teil des fertigen Cystids, wie *Allman* will. Seine Zellen zerfallen vielmehr und werden entweder in das Innere des Cystids hineingezogen (Nitsche), oder sie bilden einen langen Fortsatz, der als rudimentäre Stolonenbildung aufzufassen ist. Die reifen Embryonen verlassen das Zooecium aus der Öffnung eines abgestorbenen Polypids. Die Abbildungen, welche der späteren, russisch geschriebenen Abhandlung (87 *Reinhards* beigegeben sind, entsprechen im Allgemeinen diesen Darlegungen, während *Ostroumoff* (97) behauptet, die dort geschilderten Prozesse seien lediglich pathologischer Natur. — 1886 habe ich selbst in gedrängter Kürze die weiter unten gegebenen Endergebnisse meiner Untersuchungen, die nur in einem Punkte durch nachträgliche Entdeckungen modifiziert werden, im Tageblatte der Naturforscherversammlung niedergelegt.

1887 (99, p. 193) berichtet *Korotneff* von einer bereits von mir erwähnten gürtelförmigen Placenta, durch welche der Embryo mit der Wand des zweischichtigen »Ooeciums« zeitweilig verbunden sei. Derselbe hat dann seine weiteren Untersuchungen in einer russisch geschriebenen Arbeit (115) niedergelegt, die mir leider nicht zugänglich gewesen. Endlich macht *Braem* 1891 (119, pag. 114 ff.) einige Mitteilungen über Embryogenese. Er hat die von *Reinhard* im Ei beobachteten »Protoplasmaklümpchen« ebenfalls gesehen und erwähnt als der erste eines eigentümlichen hellen Hofes, der den Kern der Eizelle

excentrisch umgiebt. Aus der Morula wird eine einschichtig Planula (Reinhard) welche am vorderen Pol Zellen in das Innere hineinwuchern lässt, die sich der Wand anlegen und den Embryo zum zweischichtigen Sack umgestalten. An diesem entstehen die zwei Primärpolypide durch Einstülpung *(Metschnikoff)*, worauf die bekannte Ringfalte sich bildet. Die Follikelwand des Eierstocks wird durch Teilnahme von *Ectoderm*zellen zweischichtig, so dass die Hülle des Embryo als eine zum Ooecium modifizierte *Knospen*anlage aufzufassen ist (pag 117), wenn auch die Angabe *Metschnikoffs*, das Ei werde freischwimmend von einer solchen aufgenommen, unhaltbar ist. In einer Anmerkung zur Figurenerklärung der Tafel XV wird dann nachträglich eine Beobachtung mitgeteilt, welche den Autor zu denselben Schlüssen über die Aufnahme des Eies durch eine besondere Ooeciumknospe führt, zu denen auch ich, wie weiter unten mitgeteilt, durch meine Untersuchungen gelangt bin. Das Heraustreten des Embryo erfolgt vermutlich durch einen Durchbruch an der Stelle, wo das Ooecium der Leibeswand angeheftet ist. Das Umstülpen des Mantels und dessen Einstülpung in das Innere beim Festsetzen der Larve wird eingehend in seinen verschiedenen Phasen geschildert. — Endlich ist noch der Untersuchungen *Davenports* (124, pag. 68) zu erwähnen, der namentlich den Prozess der Gastrulation genauer verfolgt hat.

Was nun meine eigenen Untersuchungen anlangt, so beschränken sich dieselben leider der Hauptsache nach auf die Gattungen Plumatella und Pectinatella. Bei der Gattung Paludicella habe ich lediglich reife Eier und keinerlei Embryonalstadien beobachtet, was um so bedauerlicher erscheint, als wir gerade aus dem Verfolg der Embryonalentwickelung neue Anhaltspunkte über die verwandtschaftliche Stellung dieser Form mit den Phylactolämen erhoffen dürfen. Über den Zeitpunkt, zu welchem sich bei den verschiedenen Formen die Geschlechtsprodukte entwickeln, habe ich bereits im I. Teil dieser Monographie (Pag. 83) berichtet. Das Ovarium entsteht stets in der Weise, dass zunächst der Zellkern einer gewöhnlichen Mesodermzelle auffallend an Grösse gewinnt, wobei er bläschenartig durchsichtig wird (Fig. 44), in seinem Innern aber ausser dem stark lichtbrechenden Kernkörperchen eine Menge zerstreuter Chromatinpartikelchen erkennen lässt, die sich bald vornehmlich der Peripherie des Kerns anlagern und so demselben das Aussehen eines Uhr-Zifferblattes verleihen. Das den Kern umgebende Plasma erscheint bei Tinctionen dunkler gefärbt, als das der gewöhnlichen Mesodermzelle und grenzt sich so alsbald ziemlich scharf als mehr oder minder kugeliger Ballen von seiner Umgebung ab. Schon din Vergrösserung des ersten Eikerns bedingt natürlich eine schwache Hervorwölbung über das Niveau der normalen Mesodermlage. Indem sich dann weitere Mesodermzellen in ähnlicher Weise umwandeln, entsteht allmählich an der Bildungsstelle ein traubenartiger Eierballen (Fig. 45), der schräg in die Leibeshöhle hineinragt und von dem Protoplasma nicht umgewandelter Mesodermzellen nebst eingestreuten Kernen epithelartig überkleidet wird. Solche Eiertrauben findet man bei Plumatella, Cristatella und Pectinatella, während bei Victorella und Paludicella die wenigen Eier mehr neben einander gelagert erscheinen (Fig. 48). Die Eiertraube der Fredericella besteht nur aus wenigen Eizellen, während bei den höher entwickelten Formen wohl bis 10 derselben in den verschiedensten Stadien der Ausbildung anzutreffen sind.

Die Grösse der reifen Eier ist bei den verschiedenen Arten verschieden, scheint aber auch bei ein und derselben Art zu schwanken. Die kleinsten Eier (Fig. 48) fand ich bei Paludicella, die grössten bei Plumatella punctata (Fig. 49), doch muss ich hervorheben, dass ich weder bei Lophopus, noch auch bei Pectinatella zweifellos reife Eier gesehen habe.

Reifung des Eies, Befruchtung. So lange das Ei noch klein und jung, erscheint die protoplasmatische Dottermasse desselben durchaus homogen oder schwach koncentrisch gestreift, beim weiteren Wachstum aber treten eigentümliche Dotterballen in seiner Peripherie auf, welche schon von *Allman* beobachtet, aber von ihm irrtümlich für Zellkerne gehalten wurden. Über die Herkunft dieser Dotterballen wage ich eine bestimmte Ansicht nicht auszusprechen, doch legen gewisse Bilder, wie namentlich Fig. 45 u. 46 bei x, die Vermutung nahe, dass dieselben dem Chromatin des Keimbläschens entstammen. Ebensowenig habe ich völlige Sicherheit über die Bedeutung und die definitiven Schicksale dieser Dotterballen erlangen können. Wie es scheint, erreichen sie einige Zeit vor der Reife des Eies ein Maximum an Grösse und Zahl, sind indes auch noch im befruchteten Ei (Fig. 55) deutlich nachzuweisen. Erst wenn das letztere seine ersten Teilungen eingeht (Fig. 58—61), verschwinden sie mehr und mehr und zwar, wie es mir scheint, indem sie zu rundlichen, Speichelkörper-artigen, blassen Gebilden aufquellen (Fig. 59 bei d), die dann im umgebenden Protoplasma sich auflösen.

Den grössten Wechsel innerer Gestaltung während der Reifung des Eies lässt jedenfalls das Keimbläschen erkennen. Der Keimfleck in demselben (Fig. 45 kf) zeigt schon früh eine stark lichtbrechende Vacuole, während das Chromatin noch regellos oder wandständig im Keimbläschen zerstreut ist. Schon in diesem Stadium der erst halb erwachsenen Eier wurde dann mehrfach eine Zweiteilung des Keimbläschens (Fig. 46 a) resp. des Keimflecks (Fig. 46 b) beobachtet, ohne dass ich zu sagen vermag, ob dieser Vorgang auf die Ausstossung von Richtungskörperchen zurückzuführen ist. Im weiteren Verlauf gruppiert sich dann das im Keimbläschen bisher verteilte Chromatin zu einer zusammenhängenden, nach allen Richtungen strahlige Ausläufer entsendenden Masse, neben welcher indes der Nucleolus in allen Fällen als stark lichtbrechender rundlicher Körper deutlich erhalten bleibt (Fig. 47, 49). Fügen wir hinzu, dass um diese Zeit das Keimbläschen ringsum oder excentrisch von einem helleren, von der übrigen Dottermasse des Eiplasmas sich scharf abhebenden Hofe (Fig. 47 h) umgeben ist, der schon von *Braem* beobachtet wurde und aus dünnflüssigerem Plasma zu bestehen scheint, so haben wir den normalen Bau des Bryozoeneies geschildert, wie sich dasselbe kurz vor der Befruchtung dem Beobachter darbietet.

Gehen wir nun über zu den weiteren Schicksalen des Eies, so muss ich im Voraus bemerken, dass es nicht meine Aufgabe sein konnte, bei einer Darstellung der allgemeinen Embryogenese die eine Spezialuntersuchung erheischenden Fragen nach der Ausstossung der Richtungskörperchen, dem Eindringen des Spermakernes etc. eingehender zu studieren, zumal mir naturgemäss nur schwer zu deutende Einzelbefunde aus meinen Schnittserien zu Gebote standen. Ich begnüge mich daher zu konstatieren, dass Zustände,

wie sie in den Fig. 50—53 von mir dargestellt wurden, augenscheinlich dem in Fig. 47 vorgeführten Stadium folgen, ohne dass ich die Richtigkeit der angenommenen Reihenfolge beweisen kann. Will man die durch jene Figuren dargestellten Wandelungen in Worte kleiden, so wäre festzustellen, dass 1) das Chromatinnetzwerk verschwindet und durch einen gestreckten körnigen Ballen dieser Substanz ersetzt wird (Fig. 50, 51), 2) dass an Stelle dieses einen Ballens deren zwei auftreten, wobei der Nucleolus verschwunden zu sein scheint (Fig. 53), 3) dass ein Kernnetz erkennbar wird, unter gleichzeitigem Auftreten von zwei rundlichen Nucleolen (Fig. 52), 4) dass zwei sternförmige Chromatinmassen im Innern des Kerns an einander gelagert sind, was wol als Kernteilung aufzufassen ist, während gleichzeitig ein umgewandeltes Spermatozoon äusserlich dem Ei anhaftet (Fig. 54, 55).

Die bisher geschilderten Stadien dürften sämmtlich, mit Ausnahme vielleicht der letzten beiden, ohne den Einfluss des Spermas sich abspielen. Nach der Befruchtung treten nun Zustände ein, wie ich sie in den Fig. 57—61 wiederzugeben versucht habe. In Bezug auf die Befruchtung sei zunächst bemerkt, das das Spermatozoon selbst ganz rätselhafte Veränderungen erleidet, wenn es sich der Eiwand anlegt. Aus dem langen fadenförmigen Gebilde wird ein kronenartiger dreizackiger Knopf, der an zwei hervorragende Spitzchen des Eies sich anlegt und unter der Mitte seiner Platte ein stark lichtbrechendes Pünktchen zeigt. Unter diesem Pünktchen bemerkt man eine deutlich sich abhebende halbkugelige Vacuole (Fig. 56 unter sp) im Plasma des Eies. Diese in Fig. 54—56 zur Anschauung gebrachten Verhältnisse sind die einzigen, welche ich über die Beziehungen zwischen Sperma und Ei beobachten konnte; nur das dürfte vielleicht noch der Erwähnung wert sein, dass ich mehrfach nicht nur *ein* Spermatozoon in der angegebenen Weise am Ei befestigt fand, sondern mehrere, und dass deren Zahl namentlich dann eine exorbitante wurde, wenn die Stöcke infolge ungenügender Ernährung in meinen Aquarien im Absterben waren.

Wie die Fig. 54—56 erkennen lassen, ist auch im Stadium der Befruchtung das Keimbläschen noch durchaus deutlich, wie denn auch der excentrische Hof um dasselbe unverändert geblieben. Das Verhalten des Nucleolus in diesen Figuren legt den Gedanken nahe, dass es sich in diesen Stadien um die Abschnürung eines Richtungskörperchen handelt, das dann in Fig. 57 auf der Wanderung nach aussen betroffen würde. Wie schon in Fig. 55, so sieht man noch deutlicher in Fig. 57 bei sp., das das Spermatozoon das Epithel des Eierstocks durchdrungen hat und mit einem Teil augenscheinlich schon in das Innere des Eies eingetreten ist. Die Verschmelzung des Spermakerns mit dem Nucleolus habe ich nicht beobachtet. Die Folge scheint aber alsbald zu sein, dass nun endlich die Konturen des Keimbläschens und des umgebenden Hofes verschwinden, die Dotterballen sich nach und nach auflösen und das Ei zur Teilung schreitet. Solche Teilungszustände sind in Fig. 58, Fig. 59 u. Fig. 60a dargestellt, während in Fig. 60b der centrale Teil des Eies schon deutlich in zwei annähernd gleiche Zellen zerfallen ist, deren eine indes ausser durch ihre Grösse noch durch den Besitz eines Chromatingerüstes sich auszeichnet. Noch auffallender tritt dieser Unterschied in Fig. 61 hervor, wo von den drei vorhandenen Zellen wiederum nur eine mit jenem Chromatinnetzwerk ausgestattet

ist, dem ein kleiner Nucleolus seitlich anliegt. Es scheint mir daraus zu folgen, dass diese eine Zelle es ist, welche durch Teilung zunächst immer neue Tochterzellen aus sich hervorgehen lässt. Erwähnt werden mag übrigens hier nochmals, dass nach den vorliegenden Befunden augenscheinlich nicht die ganze Dottermasse einfach in zwei, vier und mehr Teilstücke zerlegt wird, sondern dass ein Teil des peripherischen Dotters nach wie vor in seiner ursprünglichen Form, ja sogar noch mit den charakteristischen Dotterballen erhalten bleibt.

Embryonalhüllen. Bildung des Embryo. Die Vorgänge, wie ich sie bis jetzt geschildert, sind sämmtlich an Eiern beobachtet, welche ihre ursprüngliche Lage am Ende einer Ovarialtraube bewahrt hatten, also nicht von einem besonders ausgebildeten Eifollikel umschlossen waren. Dennoch umschliesst ein solcher regelmässig die werdende Morula, und es entsteht daher die viel ventilierte Frage, auf welche Weise die ganz eigenartige, aus zwei verschiedenen Schichten bestehende Umhüllung des werdenden Embryo zu Stande gekommen sei.

Ich muss gestehen, dass ich, gestützt auf die soeben beschriebenen Furchungsstadien, die ich an noch im Ovarium befindlichen Eiern beobachtete, lange Zeit die Idee, das Ei werde von einer polypidartigen Wucherung der Leibeswand aufgenommen, auf das entschiedenste bekämpfte, indem ich die spätere Umhüllung lediglich auf eine starke Wucherung des Eierstocksepithels, welches von den zerfallenden, nicht zur Reife gelangenden Eiern energisch ernährt werde, zurückführte. Die Zweischichtigkeit jener Umhüllung, die auf Schnitten sofort in die Augen fällt, erklärte ich, durch eine Reihe von Bildern hierzu veranlasst, in der Weise, dass von dem Eimateriale selbst eine Summe von Zellen ausgeschaltet werde und dem mächtig wuchernden Eierstocksepithel als innere Schicht sich anlagere. Nach erneutem Studium der ganzen Frage stehe ich nicht an, meine frühere, auf der 59. Naturforscherversammlung zu Berlin vertretene Ansicht als irrig zu bezeichnen und in der That eine ganz eigenartige Neubildung als Ursache der späteren Embryonalhülle anzuerkennen.

Der erste Fund, der meine früheren Ansichten notwendigerweise rektifizieren musste, ist in Fig. 62 dargestellt. Ein noch nicht in Furchung begriffenes Ei liegt excentrisch in einem deutlich zweischichtigen Gewebekörper, dessen Aussenschicht dem Mesoderm (m), dessen innere Zellmassen augenscheinlich dem Ectoderm (ec) entstammen Wie das Ei in diesen Gewebekörper hineingelangte, ist schwer zu sagen. Jedenfalls aber überzeugte ich mich bald, dass sehr häufig in unmittelbarer Nähe des Ovariums und zwar auf der der Mündungszone des Polypids zugekehrten Seite desselben, die nicht von einer jungen Polypidknospe besetzt ist, aus der Wand des Zooeciums ein Gebilde hervorwuchert, wie ich es in Fig. 63 dargestellt, und das sich von einer echten Polypidknospe ausser durch die Lage einmal durch die zarten Konturen seines protoplasmatischen, aufgeblasenen Innern, sodann durch den flachen epithelartigen Charakter der peripherischen Mesodermlage unterscheidet, wie dies auch *Braem* bei einem ähnlichen Funde in der Anmerkung zur Figurenerklärung seiner Tafel XV hervorhebt.

Schon Pag. 18 wurde erwähnt, dass die Ovarialtrauben schräg in die Leibeshöhle hineinhängen, die reifsten Eier an ihrer Spitze tragend. Von der benachbarten Wand her wächst nun dieser Spitze jenes polypidartige Gebilde entgegen und wird in der Folge — eine direkte Beobachtung über diesen Vorgang steht noch aus — das befruchtete Ei aus dem Ovarium in der in Fig. 62 dargestellten Weise in sich aufnehmen. Dass nicht, wie ich früher annahm, das Epithel des Eierstocks bei der Bildung dieser Embryonalhülle beteiligt ist, geht unter anderm auch noch aus der unschwer zu beobachtenden Thatsache hervor, dass das Ovarium noch lange Zeit fast in seinem ganzen Umfange *neben* dem sich entwickelnden und in oben geschilderter Weise umhüllten Embryo mit seinem Epithel erhalten bleibt. Die Angabe *Metschnikoffs* ist also der Hauptsache nach richtig; nur darin irrte er, dass er ein Austreten und freies Wandern des Eies voraussetzte, während es nach *Braems* und meiner Beobachtung aus dem Eierstocke gewissermassen »entnommen« wird, worauf übrigens schon die unabänderliche Lage des Embryos in unmittelbarer Nähe des Ovariums (vergl. Fig. 64) hindeutete. Der Zeitpunkt, an welchem das Ei von der Polypidknospe umhüllt wird, scheint erheblichen Schwankungen zu unterliegen. In Fig. 62 sehen wir ein Ei schon völlig umschlossen, das offenbar erst soeben zur Reife gelangte, während wir andererseits in den Fig. 58—61 noch an ihrer ursprünglichen Lagerstätte befindliche Eierstockseier beobachteten, bei denen die ersten Furchungsstadien bereits durchlaufen sind. Ob einer dieser beiden Fälle als Regel, der andere als Ausnahme zu betrachten, wage ich nicht zu entscheiden, da mir immerhin unter den zahllosen Schnittpräparaten doch nur einige wenige Male die in Frage kommenden Stadien zu Gebote standen. Wie dem aber auch sei, jedenfalls ist soviel mit Sicherheit zu behaupten, dass die über Fig. 61 hinausgehenden Furchungsstadien unter allen Umständen innerhalb des von der Polypidknospe gebildeten Follikels vor sich gehen.

Ein solches weiteres Stadium zeigt zunächst Fig. 64 (Längsschnitt), in welchem die excentrische Lage des Eies ebenfalls noch deutlich erkennbar, wie in Fig. 62, der Furchungsprozess indes schon zu einer Mehrzahl verschieden grosser und im Schnitt wol nur teilweise sichtbarer Morulazellen geführt hat. Auch hier erscheint die Teilnahme der Ectodermzellen bei der Bildung der Embryonalhülle fast zweifellos, ebenso noch in Fig. 65, wo dieselben den Furchungsballen des Eies auch am distalen Ende gleichmässig umkleiden, das Ei also eine mehr centrale Lage eingenommen hat. Während die zweischichtige Embryonalhülle in den folgenden Stadien durch Streckung zu einem länglich birnförmigen bis cylindrischen Körper auswächst (Fig. 66 u. 68), mehrt sich die Zahl der Furchungskugeln des Eies, und dasselbe wird zur vielzelligen Morula, die alsbald, unter Verkümmerung der umgebenden Ectodermzellen, mit grosser Schärfe von den Hüllen als rundlicher Ballen sich abhebt (Fig. 67 mo). In dem nun folgenden Stadium (Fig. 69) sehen wir einmal die Rückbildung der Ectodermzellen nunmehr auch im proximalen Teile der sehr verlängerten Polipidknospe deutlich in die Erscheinung treten, und zweitens den Hohlraum sich weiter entwickeln, der den werdenden Embryo aufnimmt. Letzterer selbst ist aus dem kugeligen Morulazustand inzwischen in den einer gestreckten Blastula (bl) mit deutlicher Körperhöhle übergegangen, wobei hervorgehoben werden mag, dass augenscheinlich

die Schliesszelle an dem einen Körperpol alle übrigen an Grösse bedeutend übertrifft und somit schon jetzt die Vermutung nahe legt, dass eine etwaige Gastrulation von hier aus sich vollziehen werde. Dem scheint nun in der That so zu sein, wie Fig. 70 und noch mehr Fig. 71 zu zeigen geeignet sind. Fig. 71 lässt erkennen, dass etwas seitlich von dem Pole der Blastula, welcher der Cystidwand zugekehrt ist, im Längsschnitt zwei Zellen etwas nach innen in die Höhle der Blastula eingerückt sind und dass von ihnen aus ein ganzer Kranz von Zellen bis tief in deren Höhlung sich erstreckt, mit anderen Worten, dass es sich um die bekannte Form der von bestimmten Zellen des Epiblasts ausgehende Gastrulation handelt. Fig. 70 zeigt den Hergang zwar nicht in gleicher Klarheit, lässt sich aber jedenfalls ohne Weiteres auf das in Fig. 71 Dargestellte zurückführen. Schon *Davenport* (124, pag. 68) hat diese Form der Gastrulation richtig erkannt und hebt hervor, dass es sich im Ganzen um eine Summe von vier Zellen handele (von denen im Längsschnitt natürlich nur zwei zu beobachten sind), welche die Gastrulation einleiten. Die weiteren Ausführungen dieses Autors (124, pag. 88 ff.), nach welchen die so gebildete innere Schicht des Embryonalkörpers in Hinblick auf die sich darbietenden Vergleiche mit den Larven der marinen Bryozoen nicht als Ectoderm, sondern — nach gänzlichem Ausfall der Darmbildung und dadurch hervorgerufener Unterdrückung der Entodermanlage — als *Mesoderm* aufzufassen sei, scheinen mir so wol begründet, dass ich sie rückhaltlos acceptiere, wie ich denn bereits auf der Berliner Naturforscherversammlung (96, p. 134) aus anderen Erwägungen die nämliche Ansicht vertreten habe.

Das Endresultat der Gastrulation ist ein ringsum geschlossener, keine Spur eines Blastoporus aufweisender, ellipsoidischer, zweischichtiger Hohlkörper, der anfangs völlig frei im Follikelraum schwebt, wie dies die Fig. 72 erkennen lässt. Erst wenn dieser Hohlkörper bedeutend an Umfang gewonnen, beginnt eine gürtelförmige Ringschicht des Epiblasts zu lang zylindrischen Zellen auszuwachsen (Fig. 73 bei p), welche sich nun mit dem an dieser Stelle verdickten Follikelepithel in Verbindung setzen und so die bereits von mir und *Korotneff* erwähnte »gürtelförmige Placenta« bilden, vermittelst welcher der reifende Embryo während gewisser Stadien seiner Entwickelung im Follikelsacke suspendiert ist (Fig. 73 u. Fig. 74 p). Schon um diese Zeit, zugleich mit der ersten Anlage der Placenta, sieht man an dem der Polypenwand zugekehrten Teile der Gastrula die beiden Schichten derselben nach innen sich einstülpen und so die Bildung der ersten Knospen (meist zwei) einleiten, über deren spezielle Entwickelung im folgenden Kapitel dieser Schrift des Näheren verhandelt werden soll.

Des Ferneren lässt sich in einem wenig vorgeschritteneren Stadium erkennen, dass zwischen Epiblast und Hypoblast eine weitere Schicht, die *Muscularis*, sich ausgebildet hat. Alle bisherigen Autoren, von *Metschnikoff* bis *Braem*, nehmen an, dass beide Lagen der Muskelschicht dem Epiblast entstammen. Demgegenüber verweise ich auf Bilder, wie ich sie bei jungen Pectinatellaembryonen erhalten und in Fig. 114 dargestellt habe. Es scheint mir aus denselben unzweifelhaft hervorzugehen, dass zwar die *äussere* Muskellage, die Ringfaserschicht, als direkte Umformung der tieferen Teile der Ectodermzellen sich zu erkennen giebt, dass aber die Längsfaserschicht ebenso deutlich von den Zellen

des *inneren Epithels* (Mesoderms) sich ableitet. — Die Entstehung der Muskellage des Darmkanals wird in einem folgenden Abschnitte (Knospung) klar zu legen sein.

Ist die Entwickelung des Embryo bis zu dem vorgeschilderten Stadium gelangt, so wird seine Vergrösserung eine rapide, wobei gleichzeitig die pari passu sich ausdehnende Follikelwand ganz erheblich an Dicke abnimmt, um schliesslich zu einer äusserst zarten Lamelle zu werden, deren Kerne knotenförmig in den Innenraum des Follikels vorspringen (Fig. 76 u. 77). Gleichzeitig beginnt die Entwickelung eines neuen Embryonalorgans, der den oralen Pol schliesslich völlig überwölbenden Ringfalte (rf). Dieselbe zeigt sich als wulstförmiger Vorsprung cylindrischer Zellen des Epiblast unmittelbar unter der Gürtelplacenta, von der sie durch einen deutlichen Spalt getrennt ist (Fig. 75 rf). Indem nun im weiteren Verlauf die Placenta sich rückbildet, erhebt sich jener Ringwulst als Ausstülpung beider Zellschichten — des Epi- und des Hypoblast — im ganzen Umkreise des Embryo zu immer grösserer Höhe (Fig. 76 rf), bis er endlich die vordere Körperhälfte desselben volkommen kappenartig überwölbt (Fig. 78 rw, Taf. III), seine Ränder am Polende also dicht aneinanderschliessen. Bemerkenswert hierbei ist, dass die Innenschichten der Ausstülpung hierbei in ganz ähnlicher Weise durch langgestreckte Zellen, die man wol als Muskelfasern ansprechen darf, in Verbindung stehen (Fig. 77 pm), wie dies seinerzeit von der Mündungszone des Polypids durch die sogen. vorderen Parietovaginalmuskeln geschildert wurde.

Schon bald nach der ersten Erhebung des Ringwulstes entwickelt sich auf dem distal von ihm gelegenen Teile des Embryo an der Aussenseite des Epiblasts eine mehr und mehr hervortretende Cilienbekleidung (Fig. 76), welche auch auf den Ringwulst übergeht, so dass nach Vollendung der kappenförmigen Überwölbung des vorderen Polendes nunmehr der Embryo, der in seinen letzten Stadien völlig die Form eines Ellipsoides angenommen, in seinem ganzen Umfange von einem flimmernden Epithel überkleidet erscheint (Fig. 78). Die bis dahin von einem zum andern Körperpol gleichartige Leibeswand zeigt jetzt in ihrem epiblastischen Teile zwei völlig verschiedene Bildungen: Flimmerepithel am distalen Ende und auf dem bis zum vorderen Körperpol vorgestülpten Ringwulst; hohes, eigentümlich kerbig eingeschnittenes Cylinderepithel ohne Flimmerhärchen im proximalen, die Polypide knospenden Drittel des Körpers (Fig. 77). Letzteres, vorläufig noch vom Ringwulst umschlossen, soll nach Ansicht der früheren Autoren ganz ausschliesslich die spätere Leibeswand liefern, der gesamte Epiblastteil hingegen, der mit Flimmerhärchen besetzt war, im Verlaufe der weiteren Entwickelung zu Grunde gehen; wir werden jedoch sehen, dass diese Auffassung nur cum grano salis als zutreffend bezeichnet werden darf.

Die Mündungszone der primären Polypide öffnet sich schon nach aussen, wenn der Embryo noch im Innern des Mutterzooeciums von seinen Hüllen umschlossen ist, wie Fig. 77 bei mz dies deutlich erkennen lässt. Da auch die kappenförmige Überwölbung des Ringwulstes am vorderen Körperpole jedenfalls einen offenen Porus frei lässt, so liegt demnach für den ins Freie gelangenden, mit seinem Cilienbesatz rotierend sich fortbewegenden, ellipsoidischen Embryo sofort die Möglichkeit vor, Nahrung zu sich zu nehmen.

Die Frage endlich, auf welche Weise der fertige Embryo ins Freie gelangt, ist von mir schon im I. Teile (pag. 85) dahin beantwortet, dass augenscheinlich die Mündung eines abgestorbenen Polypids, und zwar in den meisten Fällen wol die des als Muttertier fungierenden und bei der Entwickelung des Embryos zu Grunde gehenden Polypids benutzt werde. Demgegenüber vertritt *Braem* neuerdings die alte Ansicht, dass doch wol ein Durchbruch an der Stelle stattfinde, wo der Follikelsack an der Cystidwand befestigt sei, dass also in ähnlicher Weise eine Mündungszone sich entwickele, wie dies bei der Ausstülpung eines Polypids der Fall.

Leider bin ich nicht in der Lage, diese vielumstrittene Frage endgültig zur Entscheidung zu bringen. Fig. 77 zeigt an der Ansatzstelle der Embryonalhüllen an die Leibeswand zwar eine auffallende, auf Quellung deutende Verdickung des Ectoderms, eine wirkliche Mündungszone habe ich aber selbst bei fast reifen Embryonen nie entwickelt gefunden, während sie doch bei normalen Polypiden schon in ziemlich frühen Stadien zur Ausbildung gelangt. Ich glaube daher, bis weitere Beobachtungen vorliegen, auch jetzt noch das Austreten des Embryo durch eine freigewordene Cystid-Mündung als das Wahrscheinlichere annehmen zu sollen. Jedenfalls lehrt die Betrachtung der in den letzten Stadien ungemein zartwandigen Emrbyonalhüllen (Fig. 77 ch), dass ein Zerreissen derselben ohne Schwierigkeit zu bewerkstelligen ist, während andererseits bei der enormen Grösse des Embryo der Umfang der in letzter Stunde neu zu bildenden Mündungszone ein ganz kolossaler sein müsste.

Der freigewordene Embryo. Der aus dem Mutterzooecium auf die eine oder die andere Weise ins Freie gelangte Embryo stellt sich als ellipsoidischer, ringsum mit Flimmerhärchen bekleideter Körper dar, wie dies der Längsschnitt Taf. III, Fig. 78 veranschaulichen möge. Die Figur zeigt den nach vorn kappenförmig sich zusammenwölbenden Ringwulst und zwei fast fertig gebildete Polypide, deren Tentakelkrone vorläufig aber noch tief in das Innere zrückgezogen ist. Auch weitere Knospen können zu dieser Zeit und in noch viel früheren Stadien schon entwickelt sein.

Am distalen Pole bemerkt man bereits bei schwacher Vergrösserung eine Verdickung der äusseren Körperwand (q), welche von früheren Autoren meist als rudimentärer Saugnapf (z. B. Ostroumoff, 97 pag. 547) angesprochen wurde. *Braem* (119, pag. 119) glaubt, dass es sich hierbei um ein »zwischen den beiden Blättern der Leibeswand eingeschaltetes, von radial sich verbreiternden Fäden gebildetes Gewebe« handele, dem möglicherweise eine »sensible Funktion« zuzuschreiben sei. Demgegenüber möchte ich zunächst hervorheben, dass die »Muscularis«, als deren Derivat *Braem* jenes Gewebe in Anspruch nimmt, in der gesamten flimmernden Leibeswand des Embryo nur als äusserst zarte, beide Epithelien von einander trennende Lamelle auftritt, und dass man sich auf Schnitten leicht überzeugt, dass jene Verdickung durch Quellung der Zellen sowol des Ectoderms, wie auch des Mesoderms zu Stande kommt. So lange der Embryo frei rotiert, sind auch die Flimmern an diesem verdickten Pole normal entwickelt. Bald darauf aber — und es ist dies augenscheinlich die erste Vorbereitung zum Sesshaftwerden — zerfallen die Flimmerhärchen jener Verdickung und die Zellen des

Ectoderms beginnen in eigentümlicher Weise über die Konturen der Oberfläche hinauszuquellen, wie dies Fig. 83 andeuten mag. Bei späteren Stadien kann man unschwer erkennen, wie dieser Quellungsprozess erhebliche Fortschritte gemacht hat, so dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass wir es hier nicht sowol mit einem »Saugnapfe« oder »Sinnesorgan« zu thun haben, sondern lediglich mit der Verschleimung der Zellen am hinteren Pole, um hierdurch die Anheftung der Larve zu vermitteln.

Nachdem die Larve kürzere oder längere Zeit*) frei umhergeschwommen, setzt sie sich, wie bemerkt, mit dem verdickten Körperpole fest, und es beginnt nun alsbald jener merkwürdige Umkrempelungsprozess des Ringwulstes, wie er zuerst von *Nitsche* beobachtet und später wiederholentlich *(Ostroumoff, Braem)* näher geschildert wurde. *Nitsche* spricht von einem einfachen »Umschlagen« des Ringwulstes, während *Braem* richtig erkannte, dass dieser Vorgang erst erfolgt, nachdem der polypidtragende Teil des Körpers durch den auseinanderweichenden Ringwulst mehr und mehr herausgetreten oder, fast möchte ich sagen, herausgewachsen ist. *Braem* erklärt dieses nach seinen Beobachtungen in wenigen Minuten sich abspielende Herausheben des polypidtragenden Vorderkörpers aus der cilientragenden Embryonalhülle, wie es Fig. 79 und 80 in zwei verschieden Phasen zeigt, lediglich durch Kontraktion der embryonalen Wandungen. Dabei bleibt es dann aber durchaus unverständlich, wie die Wand des Vorderkörpers in so rapider Weise sich verlängern kann, um alsbald thatsächlich nicht nur diesen, sondern auch den gesamten übrigen Körper an Stelle der mehr und mehr herabsinkenden Embryonalwandung umhüllen zu können. Ich glaube in den Bildern meiner Präparate die Lösung des Rätsels gefunden zu haben. Fig. 98 zeigt uns einen Schnitt durch die Stelle des Embryos, wo die Wandung des Vorderkörpers und diejenige des herabsinkénden Ringwulstes in einander übergehen, und zwar von Pectinatella. Die definitive Körperwand (kw) ist durch gewaltige Vacuolen des Ectoderms, diejenige des Ringwulstes durch Flimmerhärchen charakterisiert. Man ersieht nun zunächst deutlich, dass der innere Wall des Ringwulstes (irw) vollkommen den Charakter der definitiven Körperwand besitzt, wir also schon eine beträchtliche Verlängerung der letzteren erhalten würden, wenn der Wall einfach durch weiteres Herabrutschen des Ringwulstes heruntergebogen und so als direkte Fortsetzung der Körperwand sich darstellen würde. Aber noch mehr. Die Fig. 98 lässt ferner mit unzweifelhafter Deutlichkeit erkennen, dass die flimmernden Ectodermzellen des Ringwulstes an der Umbiegungsstelle (u) in den inneren Wall augenscheinlich mehr und mehr den Charakter von vacuolentragenden Körper-Ectodermzellen annehmen, mit anderen Worten, dass sie augenscheinlich nach Verlust der Flimmercilien durch Vacuolenbildung direkt in Körper-Ectodermzellen *sich umwandeln*. Hierbei scheinen denn auch die Mesodermzellen (m) der Embryonalwandung ihren Platz nicht zu bewahren, sondern man erhält den Eindruck, als wenn sie von der Seite des Ringwulstes weg zu der Seite des Walles, d. i. der definitiven Körperwandung hinüberwanderten, wie dies

*) Der Mangel eines geeigneten Fixationspunktes scheint allerlei abnorme Erscheinungen hervorzurufen, wie sie schon Reinhard beobachtet und sogar als rudimentäre Stolonenbildung (!) geschildert hat.

namentlich schön an dem gleichartigen Schnitt durch einen Plumatellaembryo (Fig. 99) zu beobachten ist. Die ganze Erscheinung des »Herauswachsens« des definitiven, polypidtragenden Zooeciums aus der flimmernden Embryonal-Leibeswand, welche letztere dabei zusehends an Grösse abnimmt, würde sich nunmehr so darstellen, dass zwar der erste Impuls des Herausstreckens des Vorderkörpers aus dem sich weitenden Ringwulst auf Kontraktionserscheinungen zurückzuführen ist, dass aber alsbald ein rapider Umwandelungsprozess der Embryonalschichten in definitive Körperwand an der höchsten oder Umbiegungsstelle des Ringwulstes beginnt, welche bewirkt, dass der innere »Wall« des Ringwulstes (irw) von oben her sich stetig verlängert und hierdurch in den Stand gesetzt wird, an seinem unteren Ende nun auch seinerseits durch einfaches Umbiegen gradatim der Körperwandung neue Zellmassen anzufügen. Gälte es den Vorgang durch ein Bild anschaulicher zu machen, so würde ich das einer frei beweglichen Rolle wählen. In dem Masse, wie sie auf dem befestigten Teile ihrer Schnur nach abwärts gleitet, sind wir genötigt, neue Längen des Fadens auf der andern Seite von oben her nachzulassen.

Es dürfte aus dem Gesagten zur Genüge hervorgehen, dass die bisherige Auffassung, die embryonale Wandung der Larve sei bei dem Aufbau der definitiven Körperwandung in keiner Weise beteiligt, sondern werde nach vollkommener Umstülpung schliesslich am distalen Pole in das Körperinnere aufgenommen, in dieser Fassung nicht richtig ist. Der grösste Teil jener embryonalen Körperwand findet vielmehr ganz unzweifelhaft zum Aufbau der definitiven Körperwand Verwendung, wenn auch nach einem mit dem Verlust der Cilien und sonstigen Veränderungen verbundenen Umwandelungsprozess. Was schliesslich in das Leibesinnere hineingestülpt, also nicht direkt zum Bau der Köperwandung verwendet wird, ist, wie wir alsbald sehen werden, lediglich derjenige letzte Rest der Embryonalwandung, der, nachdem der Umschmelzungsprozess bis zum distalen Körperpole vorgeschritten, nun nicht mehr in der oben angegebenen Weise verbraucht werden konnte.

Nachdem der Ringwulst oder, wie wir wol richtiger sagen müssen, die embryonale Leibeswand in ihrem Umwandlungsprozess bis in die Nähe des hinteren Körperpoles herabgesunken, biegt sie sich nach aussen um, um alsbald sich vertikal abwärts zu schlagen (Fig. 81) oder, ganz ans Ende gelangt, sogar nach innen sich einzurollen, wie *Braem* dies beobachtete. Das flimmernde Embryonalepithel des Ringwulstes ist nun natürlich nach innen, das der definitiven Leibeswand nach aussen gekehrt, doch erfährt hierdurch der Prozess der Zell-Umformung an der Umbiegungsstelle augenscheinlich keine Änderung.

Nach *Braem* (119, p. 119) hebt sich nunmehr der hintere Körperpol von der Unterlage in Folge der Einwärtsrollung des Ringwulstes, und es wird zum Schluss der ganze Rest der embryonalen Körperwand vom Pole aus in die Leibeshöhle hineingestülpt, wo er allmählich assimiliert wird. Da ich nicht in dem Besitze unzweifelhaft normal sich festsetzender Exemplare war, so bin ich nicht in der Lage, diese Vorgänge im Einzelnen zu bestätigen oder zu widerlegen. Fig. 82, der Schnitt durch einen normal fest-

gesetzten Embryo, lässt indes jedenfalls erkennen, dass in der That der Ringwulst, unter Vortreibung des aboralen Körperpoles, in das Innere hinein genommen wird, während das anscheinend nicht ganz normale Stadium Fig. 81 immerhin als Vorbereitungsstufe zu diesem Einstülpungsprozess angesehen werden kann. Noch ältere Embryonen wie Fig. 82 zeigen dann auf das deutlichste eine allmähliche Reduktion der eingestülpten, zu einem gleichartigen, stark gequollenen Haufwerk umgeformten Zellmassen, bis schliesslich auch die letzten Spuren derselben verschwunden sind.

Mit der Ausbildung der definitiven Leibeswand, wie wir sie im Vorhergehenden geschildert haben, geht ein allmähliches Auseinanderweichen der beiden Primärpolypide Hand in Hand, so dass die anfangs gleicherweise nach aufwärts gerichteten (Fig. 79) schliesslich im Winkel von fast 180° gegeneinander divergieren und so die zwei Hauptrichtungen angeben, in welchen der werdende Stock sich zu entfalten hat.

Die Resultate unserer Untersuchungen über die Embryogenese würden sich etwa in folgender Weise kurz zusammenfassen lassen:

1. Die Eier entstehen aus Zellen des Mesoderms in einem von Mesodermepithel überkleideten traubigen Ovarium.
2. Bei der Reifung des Eies entstehen wahrscheinlich vom Kernchromatin gebildete Dotterballen, welche sich erst nach der Befruchtung im Plasma des Eies auflösen. Der Kern ist von einer hellen Zone umgeben.
3. Bei der Reifung scheinen Richtungskörperchen ausgestossen zu werden.
4. Die Befruchtung findet im Ovarium statt. Das Spermatozoon durchdringt das Eierstocksepithel und haftet als kronenförmiger Körper dem Ei an.
5. Nach der Befruchtung, zuweilen auch erst nach Ablauf der ersten Furchungsstadien, wird das Ei von einer polypidartigen, in unmittelbarer Nähe des Eierstocks der Cystidwandung entsprossenen Knospe aufgenommen.
6. Die Furchung des Eies ist keine totale, wenigstens nicht im Ovarium. Die Teilzellen erscheinen zunächst verschiedenartig.
7. Die Morula entwickelt sich unter Streckung und Ausbildung eines inneren Hohlraumes zur Blastula.
8. Durch epibolische Gastrulation (vier Zellen) bildet sich zunächst das Mesoderm der Larve aus, welches alsbald der Innenwandung des Ectoderms als zartes Epithel sich anlegt. Von der Ausbildung eines Larvendarms findet sich keinerlei Andeutung.
9. Zur Befestigung des Embryo in der Polypidknospe während der mittleren Entwickelungsstadien bildet sich durch cylindrische Verlängerung von Ectodermzellen eine sog. Placenta aus, welche verschwindet, wenn der Ringwulst oder Mantel zur Entwickelung gelangt.

10. Die Polypide entstehen in der Zweizahl am proximalen Pole der Larve durch Einstülpung beider Leibesschichten.
11. Die Larve gelangt durch die Öffnung eines abgestorbenen Polypids nach aussen, nach Zerreissung der zu einem zarten Epithel — unter gänzlichem Schwunde der ecotdermalen Elemente — ausgedehnten Aufnahmeknospe.
12. Beim Festsetzen der Larve verschleimen die Zellschichten am distalem Pole und vermitteln das Ankleben.
13. Das Heraustreten des polypidtragenden Teils der Larve aus dem Ringwulst erfolgt durch Muskeldruck. Sodann wird die flimmernde Embryonalhülle an der Umbiegungsstelle durch einen Umwandlungsprozess unter Verlust der Cilien in definitive Körperwandung umgeformt. Der Rest des nach unten und innen eingeschlagenen Ringwulstes wird in das Innere der Körperhöhle hineingenommen und hier assimiliert.

C. Knospung.

a. Phylactolaeme.

Die ersten genaueren Angaben über die Beteiligung der verschiedenen Leibesschichten beim Aufbau der Knospe verdanken wir *Metschnikoff* (74) und *Nitsche* (75, 78). Beide sind der Ansicht, dass die äussere, ectodermale Schicht des Cystids es sei, welche durch Einstülpung in das Innere der Leibeshöhle vor allem das innere Epithel des Darms und das Nervensystem, dann aber auch die Epidermis der Tentakeln und die innere Schicht der Tentakelscheide aus sich hervorgehen lasse. Demgegenüber glaubte zuerst *Hatschek* *), durch die Ergebnisse seiner Pedicellina-Untersuchungen hierzu veranlasst, die Vermutung aussprechen zu sollen, dass es sich bei diesen Knospungsvorgängen nicht um die Einstülpung des Ectoderms handele, sondern lediglich um die Ausbildung eines embryonalen, zwischen Ectoderm und Mesoderm gelagerten Gewebekernes, der nach jeweiliger Knospenbildung immer noch Material für eine nächstfolgende übrig lasse. Diese Theorie ist dann später von *Braem* in vollem Umfange aufgenommen und verfochten worden. Auch *Davenport* (117) schliesst sich für die Phylactolaemen im wesentlichen den Ausführungen der Vorgenannten an, während *Oka* (122, p. 140) wieder eine Einwanderung, wenn auch keine direkte Einstülpung von Ectodermzellen annimmt.

Meine eigenen Untersuchungen stehen mit der durch *Braem* fast herrschend gewordenen Ansicht *Hatscheks* durchaus in Widerspruch und führen wieder zu der alten *Metschnikoff*schen Behauptung zurück, dass es sich in der That bei der Bildung der Knospen der Hauptsache nach um eine *Einstülpung* der beiden Schichten der Leibeswand handelt, unbeschadet der Thatsache, dass in nicht seltenen Fällen — bei den sogen. Doppelknospen — das Material einer einzigen Einstülpung zum Aufbau *zweier* benachbarter Knospen verwertet wird. Der Grund für die Verwerfung der Einstülpungstheorie von Seiten *Hatscheks* und seiner Nachfolger dürfte, abgesehen von theoretischen Erwägungen, vor allem darin zu suchen sein, dass diese Autoren fast ausschliesslich die Knospung von Cristatella studierten, bei welchem die Fundamentalerscheinung vermöge der eigenartigen Struktur des Ectoderms bei weitem nicht so klar und einfach hervortritt, als bei den hirschgeweihartig verzweigten Formen. Übrigens hat auch schon *Braem* in vereinzelten Fällen, wie bei der Bildung der Primärpolypide im Embryo und bei der Entstehung der Tochterknospen im »Statoblastenembryo« die Einstülpung (119, pag. 116), resp. ein »selbständiges« Auftreten der Knospenanlage (119, pag. 32) zugeben müssen, ohne jedoch hierdurch an seiner *Hatschek*schen Theorie irre zu werden, die indessen für Pedicellina

*) Embryonalentw. und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. f. w. Zool. XXIX. 1877. p. 502

ja schon 1889 von *Seeliger* *) als unhaltbar nachgewiesen wurde und neuerdings von demselben Autor (116, p. 574 ff.) auch für die marinen gymnolaemen Bryozöen auf das entschiedenste in Abrede gestellt wird.

Betrachtet man Fig. 84, den Längsschnitt der Knospe eines jungen »Alcyonella«-Stockes mit unbefangenen Blicken, so wird kein Mensch auf den Gedanken kommen, dass es sich hier um etwas Anderes handle, als um die simple Einstülpung der beiden die Leibeswand zusammensetzenden Schichten. Ähnliches zeigt Fig. 85, die junge »Ooeciumknospe« einer Plumatella princeps spongiosa. Etwas weniger einfach liegen allerdings die Verhältnisse bei Cristatella. Die Zellen des Ectoderms bilden bei dieser Gattung kein einfaches Epithel, sondern sie erscheinen als langcylindrische Balken, zwischen denen grosse Lückenräume, zum Teil mit den bekannten »Gallertballen« gefüllt, frei bleiben. Eine *Einstülpung* dieses eigenartig entwickelten Epithels unterbleibt daher; das nötige ectodermatische Zellmaterial wird vielmehr in der Weise beschafft, dass eine innere, Kern tragende Schicht sich *abspaltet* und nunmehr als Knospenkern in die Tiefe wuchert. In den Fig. 86—88 habe ich einige, diesen Vorgang veranschaulichende und meiner Überzeugung nach nicht misszudeutende Befunde dargestellt, wobei namentlich auf Fig. 88 hingewiesen sein möge, welche meines Erachtens an der rechten Seite der Zeichnung den Prozess der Abspaltung in vorzüglicher Weise erläutert. Ich stehe somit nicht an, die von *Braem* (119, p. 18 ff.) mit einem grossen Aufwande von Worten und Zeichnungen verfochtene Theorie, dass das Ectoderm am Aufbau der Knospe unbeteiligt sei, dass vielmehr das innere Knospengewebe einem zwischen Ectoderm und Mesoderm befindlichen embryonalen Geweberest entstamme, als irrig zu bezeichnen, wie ich denn auch von der weiteren Be hauptung mich nicht habe überzeugen können, dass das Material jeder Knospe in letzter Instanz dem Restmaterial einer voraufgegangenen nächstälteren Knospe entstamme. Was sich mit einiger Sicherheit behaupten lässt, ist lediglich die Thatsache, dass die Bildung der Knospe im allgemeinen nur an solchen Stellen der Leibeswand vor sich geht, die noch in einem gewissen jugendlichen und teilungsfähigem Alter sich befinden **), mit andern Worten, dass wir mit *Nitsche* eine *Knospenzone* an den wachsenden Enden des Stockes konstatieren müssen, in welcher die Knospen als Einzel- oder Doppelknospen ihren Ursprung nehmen. Einen direkten Zusammenhang jeder Knospe mit einer nächst vorhergehenden muss ich auf Grund meiner Präparate nicht nur in dem von *Braem* zugegebenen Falle der Statoblastenembryo-Tochterknospe, sondern auch in zahlreichen andern Fällen bei entwickeltem Stock auf das bestimmteste in Abrede stellen.

Die Bildung einer jungen Knospe geschieht also nach unserer Auffassung in jedem einzelnen Falle unter alleiniger Beteiligung der beiden primären Leibesschichten, des *Ectoderms* und des *Mesoderms*, gleichgültig, ob das Ectoderm durch wirkliche Einstülpung (Fredericella, Plumatella) oder durch Abspaltung (Cristatella, Pectinatella) zu seinen Auf-

*) Die ungeschlechtliche Vermehrung der endoprocten Bryozöen in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 49, p. 168—208.

**) Vgl. auch die Bemerkungen Seeligers (116, p. 596 ff,) über die Fähigkeit »histologisch sehr bestimmt differenzierter Gewebe« einen ganz embryonalen Charakter wiederzugewinnen.

gaben herangezogen wird. Die erste Anlage der Knospe ist daher eine seichte Vorwölbung oder ein zweischichtiges Säckchen, welches in den Innenraum der Leibeshöhle hineinragt (Fig. 87, 89). Sehr bald, wenn nicht von Anfang an, wie bei Plumatella (Fig. 84), zeigt die innere Schicht des Säckchens ein deutliches Lumen (Fig. 89), das als geschlängelter, schmaler Hohlraum in der Längsrichtung der Knospenanlage verläuft. Dieser schmale Spalt ist es, der einerseits als Einstülpungshöhle des Ectoderms erscheint (Fig. 84), andererseits aber auch, wie wir alsbald sehen werden, die Uranlage des Darms und des von der Tentakelkrone umschlossenen Hohlraumes darstellt, so dass die Knospenbildung in ihren wesentlichen Vorgängen als eine Art *Gastrulation* bezeichnet werden muss, wie auch *Seeliger* (116, p. 596) bei Meeresbryozöen sie genannt hat.

Die Angaben *Nitsches*, wie aus dem zweischichtigen Knospensack der Darmtraktus sich bildet, stützen sich, gemäss dem damaligen Stande der Technik, auf höchst unvollkommene Präparate, einfache Halbierungsprodukte; nichtsdestoweniger hat er so korrekt beobachtet, dass es lediglich der Mangel jüngerer Stadien war, der ihn zu irrigen Schlüssen verleitete. Diese gipfeln darin, dass der Darm in toto durch eine Abschnürung gebildet werde, während die neueren Untersucher *Braem* und *Davenport* eine getrennte Entstehung von Munddarm einerseits, von Magen und Enddarm andererseits beobachtet zu haben glauben. *Oka* endlich (122, p. 135 u. 142) lässt den Enddarm als Aussackung des Magens entstehen und ersteren zu guterletzt in das Atrium durchbrechen.

Meine eigenen Untersuchungen stimmen am meisten mit den Resultaten von *Braem* und *Davenport* überein, doch glaube ich in dem wichtigen Punkte der Enddarm- und Magenbildung eine bisher noch nicht klar erkannte oder doch nicht ausgesprochene Auffassung geltend machen zu sollen.

Darmbildung. Die ersten Veränderungen, welche wir an dem oben geschilderten zweischichtigen Knospensack bemerken, erwecken auf Längsschnitten zunächst den Schein einer »Delamination« der unteren Hälfte des inneren Blattes an der convexen Seite der Knospe, wie dies Fig. 91 (von Cristatella) und noch mehr Fig. 90 bei ed (von Plumatella) vor Augen führt. Aber eine solche Auffassung dieser Bilder erweist sich als irrig, sobald wir den Sachverhalt auf Querschnitten genauer studieren. Fig. 100 a und b stellen zwei Querschnitte durch ein früheres Stadium, d. h. durch den noch einfach zweischichtigen Knospensack dar; wir erkennen, dass das auch auf den Längsschnitten in die Erscheinung tretende Lumen (l) nicht, wie man vermuten könnte, einen rundlichen, sondern einen länglichen Querschnitt besitzt und zwar so, dass die in der Sagittalebene geführten Längsschnitte auch das Knospenlumen in seinem Längendurchmesser durchschnitten haben. Ein nächst älteres Stadium, dessen drei aufeinander folgende Querschnitte ich in der Fig. 101 a, b, c in stärkerer Vergrösserung wiedergebe, zeigt nun zunächst im mittleren Schnitt b, wie das bis dahin im Querschnitt oblonge Lumen nunmehr die Form eines lat. T angenommen hat, dessen in der Figur vertikaler Schenkel auf Schnitt a verkürzt ist, während auf Schnitt c der horizontale T-Schenkel im Verschwinden begriffen ist. Ihm folgt ein nächst höherer, nicht dargestellter Schnitt, dessen Lumen im wesentlichen dem des jüngeren Stadiums Fig. 100c entspricht. Was nun in Schnitt b der Fig. 101 unser besonderes Interesse erregt, ist die bemerkenswerte

Thatsache, dass die Zellen des inneren Knospenblattes nicht mehr in normaler Anordnung das Knospenlumen umkränzen, sondern dass ein Teil derselben gewissermassen aus dem Rahmen herausgetreten ist und eine deutliche Aussackung gegen das äussere Blatt hin gebildet hat (Fig. 101 b bei ed). Auf das Gesamtlumen der Knospe übertragen heisst dies aber nichts Anderes, als: das ursprüngliche Lumen der Knospe, das wir später als Munddarm kennen lernen werden, bildet an der einen Seite seiner Wandung — und zwar der unteren — eine an der Knospenwand schräg aufwärts führende *Längsfurche*, und diese ist es, welche später in einfachster Weise, durch Abschluss der Halbrinne zu einem Ganzrohr, zu Magen- und Enddarm sich umformt. Wir haben es demnach anfänglich mit einem Zustande zu thun, der ohne Zwang gewissen Vorkommnissen bei *Anthozöen* sich anreihen dürfte. Schnitt a und c der Fig. 101 geben das untere und das obere Ende der gebildeten Längsfurche. Die im Früheren auf Längsschnitten als »Delamination« bezeichnete anscheinende Mehrschichtigkeit des inneren Knospenblattes in den Fig. 89 u. 90 bei ed ist nunmehr ohne Weiteres auf das Hinausrücken der die Längsfurche umgebenden Zellen zurückzuführen.

Der Zustand der einfachen Längsfurche bleibt indes nur kurze Zeit erhalten. Schon die Querschnitte eines wenig älteren Stadiums lassen erkennen, wie durch Gegeneinanderwuchern der die Längsfurche seitlich begrenzenden Zellen aus der Rinne ein geschlossener Kanal entsteht, der sich nunmehr scharf von dem ursprünglichen Lumen der Knospe abhebt (Fig. 102 a, b). Dieses Schliessen der Längsfurche scheint von unten nach oben zu erfolgen, dergestalt, dass am Grunde zunächst wahrscheinlich ein vollkommener Abschluss vom ursprünglichen Knospenlumen, d. i. dem späteren Munddarm, stattfindet, der erst später wieder aufgehoben wird, während nach oben hin die Längsfurche nur soweit zu einem Ganzkanal sich zusammenschliesst, dass die freie Kommunikation zwischen dem ursprünglichen Knospenlumen und dem neu gebildeten Kanal erhalten bleibt, wie dies aus der Vergleichung der Schnitte b und c der Fig. 102 ohne Weiteres ersichtlich ist. Längsschnitte durch solche Stadien lassen daher mit grosser Deutlichkeit einen von dem ursprünglichen Knospenlumen etwa in halber Höhe sich abzweigenden und abwärts gerichteten Seitenkanal (Fig. 92 bei a) erkennen, der den ersten Beobachter desselben, *Braem*, veranlasste, eine »Ausstülpung« des primären Knospenlumens zu konstatieren, die sich »als ein mit langer Spalte geöffneter Falz nach unten zu dütenartig in das Gewebe einbohrt« (119, pag. 45), während *Davenport* von einem »rearrangement of cells at the progressing blind end of the pocket, which gradually moves towards the distal part of the larger or bud cavity« spricht. Neuerdings (125, pag. 114) stellt *Braem* die Sache so dar, dass der »Analschlauch« sich in Form einer »Ausstülpung des inneren Knospenblattes« anlegt und als »*Gastrulation*« (!) aufzufassen sei.

Über die weiteren Schicksale der Knospe, soweit sie die Ausgestaltung des Darms und die Bildung des Nervensystems und des Lophophors betreffen, vermag ich den Beobachtungen der früheren Autoren nichts wesentlich Neues hinzuzufügen. Der Längsschnitt Fig. 93 schliesst sich ohne Weiteres an das oben charakterisierte Stadium Fig. 92 an. Wir sehen zur Linken das ursprüngliche Knospenlumen, dessen unteren Teil wir nunmehr

als Munddarm bezeichnen wollen; zur Rechten bildet der Enddarm einen weiten geschlossenen Sack, der mit sehr feinem Kanal in den oberen Teil des ursprünglichen Knospenlumens, d. i. in den noch nicht von den Lophophorarmen erfüllten Hohlraum der Tentakelscheide einmündet. Getrennt erscheinen Knospenlumen und Enddarm nunmehr der ganzen Länge nach durch eine breite Scheidewand, die zunächst zweischichtig sich darstellt, indem die Schliesszellen der ursprünglichen Längsfurche in doppelter Lage sich entwickelten, beiden Hohlräumen an der einander zugekehrten Seite hierdurch eine eigene Wandung schaffend und sie von einander entfernend. Dieses Auseinanderweichen von Enddarm und Munddarm hat, wie schon jetzt bemerkt werden mag, hierdurch übrigens seinen höchsten Grad noch nicht erreicht. Es handelt sich vielmehr, wie Querschnitte (z. B. Fig. 104 b und 105 a u. b) unzweifelhaft darthun, sehr bald um ein nachträgliches seitliches Eindringen auch des *äusseren* Knospenblattes zwischen Mund- und Enddarm, dessen Zellen unter Auseinanderdrängung des inneren, ectodermalen Knospenblattes zunächst in der Mittellinie sich vereinigen, später aber, wie wir weiter unten (pag. 37) näher zu zeigen haben werden, sich ebenfalls in 2 Schichten zerlegen, um nun für die beiden in Rede stehenden Darmteile, wie für das Gehirn auch den *mesodermalen* Überzug zu liefern. Dieser Vorgang ist es, der *Nitsche* zur Annahme führte, dass der Enddarm durch einfache Abschnürung gebildet werde.

Centralnervensystem. Schon in Fig. 93 bemerkt man (bei n) an der analen Seite des Munddarmepithels oberwärts eine leichte Einbuchtung bei gedrängter Aneinanderlage der Zellkerne. Dies ist die erste Andeutung den Entwickelung des Centralnervensystems, welches auf dem nächsten Stadium (Fig. 94 n) bereits als halbkreisförmige Einbuchtung in die Erscheinung tritt und auch noch bei weiter entwickelten Knospen seine Entstehung als einfache Einstülpung des inneren Knospenblattes (Ectoderm) — unter gleichzeitiger rapider Zellvermehrung — erkennen lässt (Fig. 95, 96 n; Fig. 105 d bei n). Gleichzeitig erfährt das ursprüngliche Knospenlumen eine erhebliche Erweiterung, indem die Anlage der beiden Lophophorarme in dasselbe hineinwuchert und die Wandungen auseinanderzwängt. Da der Schnitt Fig. 94 nicht völlig sagittal, so ist ein Stück des rechten Lophophorarms oberhalb des Nervensystems tangential mit getroffen.

Der Lophophor*nerv*, um das schon vorweg zu nehmen, stellt sich, wie *Davenport* (117, p. 136 ff.) richtig hervorhebt, als Ausstülpung des Ganglion dar, welche zwischen die beiden Lagen des Lophophorarmes hineinwächst.

Lophophor. Die Entstehung der Lophophorarme wird am besten auf Querschnitten verfolgt. Fig. 103 a zeigt uns in dem Querschnitt durch den unteren Teil einer Knospe im Centrum das mächtig wuchernde Nervensystem, rechts von demselben den augenscheinlich schon vom Mesoderm umschlossenen Enddarm (ed), links den Oesophagus (md). Die nächst höheren Schnitte b und c liegen also oberhalb des Nervensystems und der Enddarmmündung. Sie lassen beide mit einigen Modifikationen wieder das schon von früher her bekannte T-förmige Lumen erkennen, das aber in Schnitt c namentlich durch deutliche Einbuchtungen der beiden Seiten (oben und unten in der Figur) verengt wird. Diese beiden seitlichen Einbuchtungen werden zu den in den Innenraum des ursprüng-

lichen Knospenlumens schräg aufwärts vorspringenden Lophophorarmen, wie schon aus dem nächsten Stadium Fig. 104, Schnitt c—e auf das deutlichste zu ersehen. Man erkennt ohne Weiteres, dass es sich hier um eine handschuhfingerartige Einstülpung *beider* Knospenblätter handelt (vergl. auch den tangentialen Längsschnitt Fig. 107), welche oberhalb des Gehirns und Enddarms symmetrisch zur Mittellinie sich vollzieht und so das Knospenlumen in diesem aboralen Teile zu einem schmalen Längsspalt verengert, an dessen Grunde der Enddarm zwischen den sich erhebenden Lophophorarmen frei mündet, wie ein Vergleich der Schnitte 104 b und 104 c ohne Weiteres ergeben dürfte. Wie man bei dieser Sachlage nur den *unteren* Teil der zweischichtigen Urknospe etwa bis zur Mündung des Enddarms als Erzeuger des Polypids bezeichnen kann, wie *Braem* dies thut, ist mir einigermassen unklar. Richtig ist ja ferner die Bemerkung *Braems*, dass der Analseite der ursprünglichen Knospe der Löwenanteil bei der Bildung der Organe zufällt; aber die Fig. 95—97 zeigen doch unzweifelhaft, dass auch mindestens ein Drittel bis ein Halb der Oralseite hierbei durch Bildung des Oesophagus und der denselben um säumenden Tentakeln betheiligt ist. Der übrig bleibende obere Rest der Oralseite (Fig. 97 bei c), wie das oberste Ende der Analseite der Urknospe werden im späteren *lediglich* Camptoderm (Tentakelscheide), *nicht* aber auch *Cystidwand*, wie *Braem* des weiteren zu begründen sucht. Eine solche Annahme mag annehmbar erscheinen, so lange man das innere Knospenblatt von einem embryonalen, dem Ectoderm nur angelagerten Gewebekern ableitet; sie wird logisch unhaltbar, wenn man die Entstehung der Knospe durch Einstülpung des Ectoderms selbst als erwiesen betrachtet. Übrigens glaube ich, den nach meiner früheren Darlegung noch teilungs- und entwickelungsfähigen Zellen des Ectoderms der Knospenzone getrost die Sorge für das Wachstum der Cystidwand überlassen zu sollen und die »Auswanderungsbilder« *Braems* ohne Gewissensbisse für »Einwanderungsbilder« erklären zu dürfen. Auch *Davenport* (124, p. 118) hält es für im hohen Grade wahrscheinlich, dass wenigstens die Randzonen des Stockes bei Cristatella durch Vermehrung der Ectodermzellen sich vergrössern.

Durch Einwucherung der Lophophorarme in das Knospenlumen hat letzteres auf Querschnitten (Fig. 104 d) die Form eines Ankers angenommen, dessen Schenkel natürlich auf höher geführten Schnitten die Lophophorarme mehr und mehr umgreifen (Fig. 104 e, Fig. 105 h), bis die letzteren, in ihren äussersten Zipfeln durchschnitten, als zwei von der Knospenwandung völlig losgelöste ovale Zellmassen im Innern des Knospenlumens erscheinen. Von Tentakelbildung ist bis zu diesem Zeitpunkte an den Lophophorarmen noch ebensowenig etwas zu bemerken, wie an der Abanalseite des Knospenlumens, wo man auf Querschnitten (vgl. Fig. 104 b und c, Fig. 105 c und d) nur einen ganz plötzlichen Übergang des verdickten inneren Epithels in ein flaches beobachtet. Die Höhlung der Lophophorarme erscheint bis dahin im Querschnitt einfach oval (Fig. 105 g u. h. bei lh); am Grunde, oberhalb des Nervensystems, sind dieselben schon jetzt mit einander eine Strecke lang verwachsen (Fig. 105 f), wodurch über der Mündung des Darms ein im Querschnitt dreieckiger, von der analen Knospenwandung und den einander zugekehrten Lophoporwänden begrenzter Raum (Fig. 105 g bei x), gewissermassen als Verlängerung

des Darms entsteht, der erst weiter oben, wo die Lophophorarme sich von der Wand ablösen, mit dem allgemeinen Hohlraum der Tentakelscheide kommuniziert. Die Verwachsung der beiden Lophophorarme in einer Längslinie der einander zugekehrten Flächen, auf welche schon *Davenport* (124, pag. 135) aufmerksam macht, prägt sich übrigens bei vorgeschritteneren Stadien noch mehr aus und erstrekt sich fast bis zur Spitze der frei in den Hohlraum der Tentakelscheide hineinragenden Zipfel, d. h. bis zu der Stelle, wo später die medianen, aboralen Tentakeln im innern Bogen des Hufeisens ihren Ursprung nehmen. Die hieraus leicht zu folgernde Annahme, dass die Verlängerung der Lophophorarme später vornehmlich durch Wachstum an den freien Enden stattfinde, weist Davenport (124, pag. 131) als unrichtig zurück. Er behauptet vielmehr ein gleichmässiges Wachsen in der ganzen Länge der Lophophorarme und glaubt beobachtet zu haben, dass die Verschmelzung der beiden Arme später durch Zugrundegehen der coalierenden Zellen wieder aufgehoben werde.

Die Weiterentwickelung der Lophophorarme dokumentiert sich zunächst in einer völligen Gestaltveränderung derselben und ihres inneren Lumens auf Querschnitten. Vergleichen wir Fig. 106e mit dem etwa in gleicher Höhe geführten Schnitt 105g einer jüngeren Knospe, so sehen wir, wie jeder Lophophorarm von der Mundseite her einen tiefen Einschnitt (lf) zeigt, sich gewissermassen auf sich selbst gefaltet hat, und dieser Form entspricht denn nun auch das veränderte Lumen (lh beider Figuren), welches in Fig. 106e einen bogenförmig gekrümmten Fortsatz in die äussere Vorwölbung eines jeden Lophophorarms entsendet. Die Erklärung dieses Verhaltens ergiebt sich aus der Betrachtung von Serienschnitten unter Berücksichtigung der Verhältnisse beim fertigen Lophophor, ist aber nicht gerade leicht zu demonstrieren.

Eine Vergleichung der der Reihe nach tiefer geführten Schnitte Fig. 106e—a lehrt zunächst, dass die eben erwähnten äusseren Vorwölbungen der Lophophorarme mehr und mehr sich verlängern, bis sie peripherisch zusammenschliessen (Fig. 106b) und nun einen Kanal (rk) bilden, den man unschwer als den die oralen Tentakeln aus sich hervor spriessen lassenden Ringkanal erkennt. Da derselbe schräg zur Längsachse des Polypids von der Oralseite aufwärts zur hinteren Einstülpungsöffnung der Lophophorarme verläuft (etwa in einer Linie, welche in Fig. 107 von den Buchstaben rk zu den Buchstaben lh verläuft), so kann er auf *senkrecht* zur Längsachse des Polypids geführten Querschnitten nur stückweise zur Anschauung gelangen, und zwar auf den tiefer geführten Schnitten (Fig. 106a und 106b bei rk) nur in seinem *oralen*, auf höheren Schnitten (106c bei rk, 106d bei lh) nur in seinem *analen* Teile, obgleich er zweifellos bei seiner Bildung als Ganzes angelegt wird. Schon *Nitsche* (78, pag. 358) hat richtig erkannt, dass der Ringkanal zunächst als Einstülpungsfurche der äusseren Knospenwand die Knospe in ihrer ganzen Peripherie bis zur Lophophoreinstülpung umzieht; der Querschnitt Fig. 106d lässt nun erkennen, dass diese Furche mit der primären Lophophoreinstülpung in innigstem Znsammenhange steht, mit anderen Worten, dass es sich de facto lediglich um eine einzige kontinuierliche Einstülpung handelt, welche oralseits nur als seichte Furche erscheint, nach hinten indessen, um die Knospe beidseitig herumziehend, mehr und mehr

sich vertieft, um schliesslich an der Analseite jene zwei mächtigen Divertikel zu bilden, welche als die eigentlichen Lumina der Lophophorarme erscheinen. Dass die Ringfurche durch Verwachsung des äusseren Knospenblattes alsbald zu einem geschlossenen Kanal ergänzt wird, mag der Längsschnitt Fig. 109 bei rk beweisen. *Braem* giebt eine abweichende Darstellung von der Bildung des Ringkanals, doch kann ich ebensowenig wie *Davenport* seinen Angaben beistimmen; vielmehr schliesse ich mich rückhaltlos der Auffassung des letztgenannten Autors an, welcher in den Divertikeln der Lophophorarme lediglich eine spezifische Weiterentwickelung des Ringkanals der Gymnolaemen bei den Phylactolaemen sieht (vgl. Davenport 117, pag. 130—33).

Zum weiteren Verständnis der Serienquerschnitte Fig. 106e—a möge übrigens daran erinnert werden, dass im ganzen Verlaufe des Ringkanals und zwar entlang seinem unteren Rande der Teil der ursprünglichen Knospenwand, welcher an der Bildung des Polypids selbst sich beteiligt, in denjenigen Teil übergeht, welcher lediglich als »Tentakelscheide« fungiert; es folgt daraus bei der schrägen Lage des Ringkanals, dass auf den in niedersteigender Reihe geführten Querschnitten (Fig. 106 e—a) allmählich nur noch die abanale Seite vom Camptoderm umkränzt ist. Im ersten Teile dieser Arbeit habe ich den Abschluss des Ringkanals gegen die Lophophorhöhle durch eine Querbrücke angenommen (l. c. pag. 57), deren Existenz schon *Davenport* (117, pag. 129) in Abrede stellt; die vorstehenden Darlegungen werden erkennen lassen, dass diese Annahme lediglich durch die leicht irreführenden Bilder von Querschnitten, die also den Ringkanal im Winkel treffen, hervorgerufen wurde.

Die Bildung der *Tentakeln* als einfacher Ausstülpungen des Ringkanals, resp. der Lophophorhöhlen bedarf kaum einer weiteren Schilderung. Schon *Nitsche* (78, p. 358) weist darauf hin, dass die Tentakeln des Ringkanals zuerst emporwachsen, von der abanalen Mundseite anfangen, die äussere Seite des Hufeisens (Ringkanal) aufsteigend und und an der inneren herabsteigend. Am spätesten bilden sich, wie *Braem* richtig hervorhebt, die Tentakeln über dem Epistom. *Davenport* (117, pag. 133) schliesst daraus, wie ich glaube mit Recht, dass die Tentakeln des Ringkanals das Primäre, die der Lophophorarme das Secundäre in der phylogenetischen Entwickelungsreihe darstellen.

Magen- und Enddarm, Epistomhöhle. Die Weiterentwickelung des in seiner ersten Anlage bereits früher behandelten Darms und seiner Abschnitte ist eingehend bereits von früheren Autoren geschildert und bedarf daher kaum einer weiteren Ausführung. Der Blindsack des Magens entsteht durch eine bruchsackartige Ausstülpung der Darmschlinge, die, wie *Braem* treffend bemerkt, aus der Form eines u allmählich in die eines y übergeht (vgl. Fig. 109 mg).

Auf die in den älteren Knospenstadien weiter und weiter sich vollziehende Loslösung des Enddarms vom Oesophagus, dem er ja in seinen frühesten Stadien als einfache Längsrinne angehörte, wurde schon auf pag. 34 hingewiesen. Die zwischen Enddarm und Oesophagus sich einschiebende Schicht des äusseren Knospenblattes teilt sich sogar alsbald in zwei von einander getrennte Lagen, deren eine zum Epithel des Enddarms, deren andere zu dem des Nervensystems und des Munddarms wird. Es entsteht somit

ein die Knospe der Quere nach, d. i. senkrecht zum Sagittalschnitt, durchsetzender Längsspalt zwischen Enddarm und Oeosophagus*). wie er in den Längsschnitten Fig. 107—109 bei sp sich darbietet. Derselbe gewährt, weil unterhalb der Tentakelscheide gelegen, der Blutflüssigkeit der allgemeinen Leibeshöhle ungehinderten Durchtritt. Nach oben hin umgreift dieser Spalt, zur Höhle eingeengt, das Nervensystem und bildet die Epistomhöhle, welche von den Lophophorhöhlen durch mesodermales Gewebe sich abgrenzt, wie dies schon Fig. 108 bei eh, deutlicher aber noch Fig. 109 bei eh erkennen lässt. *Braem* hebt hervor, dass zur Bildung der Tentakeln oberhalb des Epistoms zwei medianwärts zu einem unpaaren Kanal zusammentreffenden Divertikel der Lophophorhöhle zur Ausbildung kämen, die er als Gabelkanal bezeichnet. Ich glaube, dass dem so ist, finde indes in meinen Schnitten keine klaren Bilder hierüber. Ebenso muss ich es unentschieden lassen, ob die oben erwähnte, nach untenzu als Spalt zwischen End- und Munddarm sich darstellende Epistomhöhle (Fig. 109 eh), in ihren ersten Anfängen seitlich mit der primitiven Lophophoreinstülpung in Zusammenhang steht oder nicht. Tangentialschnitte wie Fig. 107 lassen einen solchen Zusammenhang indessen wol als möglich erscheinen. Als Inhalt der blasigen Auftreibung des »Gabelkanals« bei Cristatella habe auch ich bei geschlechtsreifen Tieren unzweifelhafte Spermatozöen beobachtet, so dass ich die Deutung *Verworns* und *Coris* **) als Excretionsorgane, trotz der neueren Bestätigung durch *Blochmann* ***), mit *Braem* für verfehlt halte.

Die Querschnitte Fig. 106 a—d dürften nunmehr auch in ihren analen Teilen verständlich sein. In Fig. 106 a ist Enddarm und Oesophagus völlig getrennt; es liegt zwischen ihnen der oben erwähnte Längsspalt sp. In 106 b ist der Enddarm durch mesodermatisches Gewebe mit dem Hauptorgankomplex des Polypids wieder verbunden, der Spalt ist hierdurch zu einer engen Höhle, dem Vorraum der Epistomhöhle, geworden, welche auf einem höher geführten Schnitt c völlig verschwunden ist. Das Nervensystem (n) ist in Fig. 106 b ziemlich central getroffen, der mundwärts vor demselben gelegene kleine Hohlraum dürfte als Lumen der eigentlichen Epistomhöhle oder als das des unpaaren Astes des Braemschen Gabelkanals in Anspruch zu nehmen sein.

Muskulatur. Duplikaturbänder. Die Entwickelung der das Polypid mit der Cystidwand verbindenden *Muskelstränge* geht, wie schon *Nitsche* (78, p. 354) richtig erkannt, überall vom äusseren Knospenblatt, d. h. vom Mesoderm aus, dessen einzelne Zellen sich spindelförmig verlängern und zu Fasern auswachsen, wie dies in Fig. 104 b, c und Fig. 105 b angedeutet ist. Ob diesen Strängen von der Cystidwand her amoeboide Zellen entgegenwachsen, wie *Davenport* (117, pag. 117) sagt, habe ich nicht beobachtet, halte es aber für wahrscheinlich. Die *Duplikaturbänder* gehen nicht aus einer einzigen

*) Im ersten Teile dieser Arbeit (pag. 46 u. 47) habe ich irrtümlicherweise eine Trennung des Enddarms auch von dem Cardiateile des Magens behauptet; dieselbe findet, wie Braem richtig bemerkt, bei den Phylactolaemen nicht statt.

**) Lotos Bd. XI., 1890.

***) Archiv d. Naturfr. Mecklenbg. Jahrg. 46, pag. 48.

Zelle hervor, sondern sind augenscheinlich aus beiden Schichten der Knospe zusammen gesetzt. Sie entstehen im innigen Zusammenhange mit dem Halsteil des Camptoderms, dem sie lange Zeit als streifenförmige Verdickungsleisten anliegen, wie dies schon *Braem* beobachtete. Erst wenn die Tentakeln zur Entwickelung gelangt sind, und die Austrittsmündung des Polypids sich bildet, heben sie sich mehr und mehr als freie Längsstreifen von der »Tentakelscheide« ab.

Die Entwickelung der Muscularis des *Darms* soll nach *Davenport* (117, pag. 141) und *Braem* (119, pag. 60) an das äussere Knospenblatt gebunden sein; dem widersprechen meine Beobachtungen durchaus. Vielmehr zeigen Längsschnitte durch mittlere Stadien von Pectinatellaknospen auf das Deutlichste, dass es das *innere* Knospenblatt, also das eingestülpte Ectoderm ist, welches in ganz ähnlicher Weise, wie in der Leibeswand (vgl. Seite 23) aus den äusseren Teilen (die ja in der Leibeswand die inneren sind) seiner Zellen die Quermuskeln des Darms und deren Kern hervorgehen lässt. Das in Fig. 115 gezeichnete Bild zeigt für die Entstehung der Ringmuskeln (rm) des Darms ein ganz ähnliches Verhalten wie das in Fig. 114 für die Ringmuskulatur (rm) der Leibeswand dargestellte, mit dem einzigen Unterschiede, dass die protoplasmatischen Fortsätze (rm) im ersteren Falle bei weitem dicker und kürzer erscheinen. Noch deutlicher dürfte die Fig. 113, welche dem blinden Ende des Magens entnommen ist, den Bildungmodus der Darmmuskulatur vorführen. Gleichzeitig ist dieselbe geeignet, die von *Braem* (119, pag. 67) in Abrede gestellte Thatsache aufs neue zu erhärten, dass in der That an der Ansatzstelle des Funiculus die Muscularis plötzlich aufhört oder doch — beim erwachsenen Tier — höchstens als äusserst zarte Schicht, wie ich sie in meiner Fig. 38 des I. Teils angedeutet, sich nachweisen lässt. Wir werden alsbald Gelegenheit haben, auf die Bedeutung der soeben von mir aufgeführten Thatsachen zurückzukommen.

Das Öffnen der Knospe. Das Öffnen der Knospe nach aussen zum Austritt des Polypids ist von *Braem* und *Davenport* genauer geschildert, so dass ich dem kaum etwas hinzuzufügen habe. Nur darauf möchte ich hinweisen, dass die merkwürdig verdickten Zellen des im Teil I (p. 40) von mir beschriebenen »Randwulstes«, besonders bei Cristatella, sich aus der schon von *Braem* konstatierten Thatsache erklären, dass sich zunächst in der Region der Mündungszone ein kugeliger, namentlich an den Seiten von mächtigen Cylinderzellen umschlossener Hohlraum bildet, der dann erst später nach aussen und innen zum Durchbruch gelangt. In Fig. 109 findet sich an einer fast fertigen Knospe von Plumatella die Mündungszone in einem ihrer Endstadien dargestellt.

Bildung des Funiculus. Die Besprechung der Bildung des Funiculus, welcher schon verhältnismässig früh sich anlegt, ist bisher von mir unerörtert geblieben, um die Schilderung der Polypidentwickelung nicht zu unterbrechen. Sie bedarf einer etwas eingehenderen Behandlung, das sie von *Braem* zum Gegenstande einer recht unerquicklichen Polemik gegen mich gemacht wurde.

Schon im ersten Teil dieser Arbeit hatte ich darauf hingewiesen, dass das Auftreten einer Chitinschale bei den Statoblasten, also einer ectodermalen Ausscheidung, in Übereinstimmuug mit anderen Überlegungen, darauf hindeute, dass das innere Gewebe

des Funiculus dem Ectoderm entstamme. Weitere auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen bestätigten dann diese Vermutung in so eklatanter Weise, dass ich in einem Vortrage auf der Berliner Naturforscherversammlung im Jahre 1886 das Zusammengesetztsein des Funiculus aus den beiden primären Schichten der Leibeswand einfach als Thatsache hinstellen konnte. Obgleich dieser Sachverhalt dem Herrn Dr. *Braem* sehr wol bekannt war, hielt er es für angezeigt, in einer vorläufigen Mitteilung des Zoolog. Anzeigers (109, pag. 533) die Teilnahme des Ectoderms an der Bildung des Funiculus als etwas Neues vorzutragen, wogegen ich an eben jener Stelle in einer kurzen Notiz den Wortlaut des Referats meines Berliner Vortrags zum Abdruck bringen liess. Diese Wahrung meiner Prioritätsrechte scheint nun den höchsten Zorn des Herrn Dr. *Braem* hervorgerufen zu haben und führte ihn in seiner grösseren Arbeit auf Seite 66—69 zu einer ganzen Reihe von Ausfällen gegen mich und die unschuldige Thatsache, dass ich es gewagt, meine Beobachtungen vor einer Versammlung von Zoologen vorzutragen, während er selbst ein viertel Dutzend völlig unkontrolierter vorläufiger Mitteilungen in die Welt zu setzen sich für berechtigt hielt.

Es kann mir nicht beikommen, die Expektorationen des Herrn *Braem* erörtern oder mit gleicher Münze*) erwiedern zu wollen; das Eine aber möchte ich auf das entschiedenste festgehalten wissen, dass eine in öffentlicher Sectionssitzung der Naturforscherversammlung vorgetragene und sogar späterhin in mehrstündiger Demonstration an Präparaten erläuterte Thatsache zum mindesten denselben Anspruch auf Beachtung und Respektierung hat, als eine an anderer Stelle publizierte vorläufige Mitteilung. Die knappe Form meiner gesamten Auseinandersetzungen war lediglich durch die auf nur 15 Minuten bemessene Redezeit bedingt. Eine einzige Anfrage des Herrn *Braem* bei mir hätte genügt, ihn über jeden etwaigen Zweifel in der Deutung meiner Angaben hinweg zu helfen.

Soviel über die persönlichen Angriffe des Herrn Dr. *Braem* und über die Priorität der Entdeckung des Einwanderns von Ectodermzellen in den Funiculus. Was nun die Sache selbst betrifft, so gereicht es mir zur besonderen Freude, Herrn Dr. *Braem* die Entdeckung der Einwanderung jener Zellen von der *Leibeswand* her als sein unbestrittenes Eigentum zuweisen zu können. Ich habe dieselbe nie behauptet, nie gesehen und bin sogar so unbescheiden, die Existenz derselben ein ganz klein wenig in Zweifel zu ziehen. Die Thatsachen aber, um die es sich handelt, sind folgende.

Zu einer Zeit, wo die Enddarmrinne (vgl. Seite 33) an der noch einfach zweischichtigen Knospe sich anzulegen beginnt, beobachtet man am distalen Ende der Knospe einen mehr oder weniger deutlich vorspringenden Tuberkel, welcher kontinuierlich vom

*) Als Probe des Braemschen Styls finde hier nur folgende Auslassung dieses Herrn Platz: „Man sieht, auf was für sicheren Beobachtungen die Angaben beruhen müssen, die sich in solcher Weise deuteln und drehen lassen (von Verworn), und welch ein Gewinn sie für unser Wissen sind! Nichtsdestoweniger meint Kraepelin die Statoblastenfrage damit entschieden zu haben. In einer liebenswürdigen Entgegnung auf meine erste Mitteilung im Zool. Anzeiger scheint er meine Untersuchungen für Brosamen zu halten, die von der reich besetzten Tafel seiner eigenen Weisheit gefallen sind" (!)

äusseren Knospenblatte (Mesoderm) überkleidet wird, während im Innern einige Zellen lagern, welche nur dem *inneren* Knospenblatte (Ectoderm) und zwar der Stelle, wo Munddarm und Rinne durch eine Querbrücke geschieden sind, entstammen können. Fig. 111 zeigt ein solches Stadium in dem Längsschnitt einer Plumatellaknospe, welches an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Cristatella, von welcher wir in Fig. 112 bei ec ein augenscheinlich noch jüngeres Stadium sehen. Die umkleidenden Mesodermzellen sind hier zum Teil abgerissen, waren aber auf dem darauf folgenden Tangentialschnitt deutlich erhalten. Nach dieser Zelleinwucherung von Seiten des inneren Darmepithels beginnen vornehmlich die Zellen des umhüllenden Mesoderms sich auffallend zu strecken, um alsbald mit der benachbarten Cystidwand als Strang in Verbindung zu treten.*) Selbst wenn dies geschehen, ist zuweilen (z. B. Fig. 110) die Einwanderung der Darmzellen in das Funiculusinnere wenigstens noch andeutungsweise zu sehen, während für gewöhnlich allerdings die Spuren derselben sich sehr schnell verwischen.

Es entsteht somit nach meiner Auffassung der Funiculus, von der Knospe ausgehend, in centri*fugaler* Richtung, und hiermit steht im Einklange, dass die Spermatozöen- und Statoblastenbildung am oberen Ende des Funiculus beginnt, und dass in gewissen Stadien (Fig. 96) der Funiculus nach der Cystidwandung zu sich zu einem feinsten Faden verjüngt. Nach *Braem* entsteht der Funiculus in Form einer dem Polypid aufliegenden »Längsleiste«, die sich später, von der Cystidwand beginnend, also centri*petal*, von jenem loslöst;**) die Ectodermzellen wandern nach ihm von der Cystidwandung her in den Funiculus ein, also ebenfalls centripetal, so dass demnach die jüngsten, dem Darm nächst liegenden Statoblastenkeime zuerst sich entwickeln würden. Meine Bemühungen, die Einwanderung ectodermatischer Zellelemente von der Cystidwand her nach zu entdecken, sind leider, wie oben bemerkt, erfolglose geblieben, und Bilder, wie sie z. B. in Fig 110 von Plumatella dargestellt sind, geben auch wenig Hoffnung, dass ich jemals dazu kommen werde, für die Bildung eines einzelnen Individuums neben der primären Einstülpung der Polypidknospe noch eine *zweite* — das wäre doch die Einwanderung von Ectodermzellen — für das Funiculusinnere anzunehmen. *Braem* konnte und *musste* die Einwanderung von der Cyſtidwand entdecken, denn für ihn ist die Knospenanlage keine Einstülpung, das innere Darmepithel *kein* echtes *Ectoderm* und die Muscularis des Darms geht aus dem peripherischen Epithel, dem *Mesoderm*, nicht aus dem Ectoderm, hervor; er konnte sich lustig darüber machen, dass *Verworn* »allen Ernstes die Frage erörtert

---

*) Davenport (117, pag. 116) behauptet, der Funiculus wachse von der Cystidwand in Form amöboider Zellen des inneren Blattes dem Polypide entgegen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der nach meinen Beobachtungen vom Fundus des Polypids ausgehende Strang von entgegenwuchernden Zellen aufgenommen wird; jedenfalls aber handelt es sich hierbei um einen nebensächlichen Vorgang, der die von mir aufgeführte Hauptthatsache nicht alterieren kann.

**) Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Oka (122, pag. 140), wenn er sagt, dass die Knospe sich mit ihrer Oralseite der Cystidwand anlegt, wobei sie sich der ganzen Länge nach mit letzterer durch ein mesodermales Band verbindet, das dann später allmählich von der Wand sich ablöst.

habe, ob die Einwanderung vom inneren Epithel des Magens oder vom Ectoderm der Sohle ausgehend zu denken sei«. Nach meiner Darstellung liegt die Sache total anders. Das innere Darmepithel stammt von einem *echten Ectoderm;* dasselbe scheidet in seiner Peripherie ringsum Zellen aus, welche zur Ringmuskulatur des Darms sich entwickeln (vgl. Seite 39), während am distalen Ende in sehr frühen Stadien Zellen auswandern, die zwar vermöge ihres noch sehr embyonalen Charakters teilweise als Ectodermanlage späterer Knospenkeime, der Statoblasten, verwertet werden, die aber andererseits zu langen Fasern sich ausbilden können, die in nichts von echten Muskelfasern sich unterscheiden und das eigentümlich strangartige Gefüge des inneren Funiculargewebes bedingen. Der Fundus-längsschnitt durch die Pectinatellaknospe in Fig. 113 hat nun nichts Überraschendes mehr für uns. Er lehrt uns einfach, dass an *der* Stelle des Fundus eine Muscularis nicht mehr zur Ausbildung kommt, an welcher in früheren Stadien der Entwickelung die ectodermatischen Zellen für das Funiculusinnere abgegeben wurden.

Die Thatsache, dass der ursprünglich ganz in der Nähe des Knospenhalses befestigte Funiculus gleich den Retractormuskeln in späteren Stadien sich mehr und mehr von dieser Stelle entfernt und schliesslich an der Sohle inseriert, sucht *Davenport* (117, pag. 142) durch Befestigung desselben an der Wand durch »Wanderzellen« zu erklären. Leider fehlen mir alle Beobachtungen, um diese interessante Frage entscheiden zu können.

Wollen wir noch kurz auf die morphologische Bedeutung des Funiculus eingehen, so wäre zu bemerken, dass die Auffassung desselben als rudimentärer Darmkanal schon aus dem Grunde für völlig verfehlt gelten muss, dass bei Paludicella dieses Organ in der Zweizahl auftritt. Halten wir an der schon im Früheren vorgetragenen Auffassung fest, dass der gesamte Darmtractus lediglich eine spezifische Weiterbildung des Munddarms der Anthozöen *) darstellt, so wird die weitere Hypothese nicht unannehmbar erscheinen, dass wir es in den Funiculis mit Überresten ehemaliger Mesenterialfalten zu thun haben. Die Thatsache der Sperma- und der Knospenbildung an diesen Organen dürfte jedenfalls mit der versuchten Deutung nicht in Widerspruch stehen.

b. Knospung von Paludicella.

Soweit die Entwickelung der Knospen von Paludicella durch Betrachtung von Flächenbildern erschlossen werden kann, ist dies bereits durch *Dumortier* und *van Beneden* (47), wie später durch *Allman* (61) geschehen. *Braem* (119, pag. 124 ff.), der ebenfalls nur Flächenbilder studierte, bestätigt im Allgemeinen die Angaben der genannten Forscher,

*) Ich glaube in der That die Ansicht aussprechen zu dürfen, dass jetzt, nachdem die eigenartige Bildung des Enddarms bei den Bryozöen klar gelegt, eine ganze Reihe von Gründen ins Feld zu führen wären, welche die Annahme einer näheren Verwandtschaft der Bryozöen mit den Coelenteraten zu stützen geeignet sind. Leider sehe ich mich indes im Hinblick auf die geringe eigene Erfahrung auf dem Gebiete der Anthozöenembryologie zur Zeit nicht in der Lage, den Wert oder Unwert einer solchen Hypothese bis in alle Einzelheiten verfolgen zu können.

hebt aber hervor, dass der Enddarm sich durch Abschnürung von der ursprünglichen Knospenhöhle entwickele. Der erste, welcher die Entwickelung des Polypids auf Schnitten verfolgte, ist *Davenport* (124); seine Untersuchungen sind weit eingehender, als die von mir angestellten, und erledigen alle Hauptfragen in so befriedigender Weise, dass ich mich darauf beschränken kann, die wichtigsten Resultate seiner Arbeit hier kurz mitzuteilen.

Was die Knospung der Paludicella bei oberflächlicher Betrachtung so andersartig erscheinen lässt, als diejenige der Phylactolaemen, ist die Thatsache, dass sowohl bei den Apical-, wie bei den Lateralknospen zunächst ein alsbald vom Mutterzooecium durch Rosettenplatte sich abschliessendes Cystid gebildet wird, in dem dann erst später das Polypid entsteht, dass wir es also nach der *Nitsche*schen Terminologie mit einer »Knospung mit voraneilendem Cystid« zu thun haben. Die junge Cystidwandung ist deutlich zweischichtig, mit an der Spitze langcylindrischen Ectodermzellen und vacuolenreichem, mit stark lichtbrechenden Körnchen erfülltem Mesodermbelag.

Die erste Anlage des *Polypids*, d. h. des bei den Phylactolaemen allein »*Knospe*« genannten Organkomplexes, entsteht nach *Davenport* fast genau so, wie ich es bei den Phylactolaemen geschildert habe, nämlich durch eine Art von Invagination des Ectoderms. Die einzige Verschiedenheit besteht darin, dass die Einsenkung des Ectoderms nicht in einem *Punkte*, sondern in einer der Längsachse der Cystidwand parallelen *Linie* erfolgt, dass die Knospe demnach schon in ihren frühesten Stadien im Querschnitte nicht rund, sondern gestreckt elliptisch erscheint. Fig. 116 giebt die Seitenansicht, Fig. 117 die obere Flächenansicht einer solchen Knospenanlage. Ein Knospenlumen ist in den frühesten Stadien noch nicht entwickelt, erscheint aber nach *Davenport* alsbald als äusserst schmaler Spalt, welcher die beiden Blätter des eingestülpten Ectoderms von einander trennt. Dieses Knospenlumen erweitert sich am distalen Teile der Knospe zu einem mit der Cystidwand parallel laufenden Halbkanal, der alsbald durch Zusammenwachsen der beiden Ectodermblätter über ihm zum Ganzkanal soweit geschlossen wird, dass er nur mit feiner Öffnung nach oben in die inzwischen als flacher Spalt (senkrecht zum Knospenlumen) angelegte Atrialhöhle mündet, wie dies für die marinen Gymnolaemen bereits von *Seeliger* (116, p. 584 ff.) und Anderen in ähnlicher Weise beschrieben wurde. Dieser Kanal stellt sich bei weiterer Entwickelung als Magen- und Enddarm dar, und es folgt daher aus dem Gesagten, dass diese Organe genau in derselben Weise entstehen, wie bei den Phylactolaemen, d. h. als Längsrinne des als Munddarm aufzufassenden Knospenlumens, die dann durch Verwachsung ihrer Ränder zu einem geschlossenen Rohr sich ergänzt. Das ursprüngliche Knospenlumen, das später zur Lophophorhöhle plus Oesophagus sich ausbildet, scheint auch hier am abanalen Ende des Darms zunächst gänzlich vom Magen durch Verwachsung sich abzuschliessen und erst später durch Resorption der Scheidewand mit demselben in Kommunikation zu treten. Die seitlichen Flächenbilder Fig. 118, 120 und 122 werden die allmähliche Ausbildung des durch stark lichtbrechenden Inhalt ausgezeichneten Enddarms ed erkennen lassen, während der schmale proximale, zur Lophophorhöhle sich ausgestaltende Teil des Knospenlumens auf diesen Bildern natürlich nicht zu erkennen ist. Derselbe tritt jedoch bei der Betrachtung der Knospen von oben als

schmaler Längsspalt deutlich in die Erscheinung (Fig. 119). Die ovale Erweiterung dieses Längsspaltes am oberen Ende der Knospe (bei a) markiert die Stelle, unter welcher der Enddarm in die Atrialhöhle mündet, wie dies aus der Vergleichung mit der Seitenansicht Fig. 120 ohne Weiteres verständlich werden dürfte. Ein Schnitt parallel mit der in Fig. 119 dargestellten Oberflächenansicht, etwas tiefer geführt, muss danach deutlich das vom Atrialspalt abgegrenzte Lumen des Enddarms selbst erkennen lassen (vgl. Fig. 163 ed).

Schon die bisherige Darstellung lässt erkennen, dass die später kreisförmige Tentakelkrone aus einer bilateral symmetrischen, lang gestreckten Anlage hervorgeht, welche an der analen Seite zunächst eine Unterbrechung zeigt. Wie bei den Phylactolaemen die ursprünglich gleichartigen Schichten der Knospenwand sich mehr und mehr in einen oberen, die spätere »Tentakelscheide« darstellenden und einen distalen, die Organe des Polypids liefernden Teil differenzieren, so auch bei Paludicella. Eine äussere, bis in die Nähe des Enddarms hinziehende Ringfalte*) treibt die beiden Schichten der Knospe als wulstförmige Leiste in das Innere des Knospenlumens vor, auf welcher dann zunächst als ganz schwache Crenelierungen die Tentakeln entstehen. Inzwischen ist der weitere Trennungsprozess zwischen Enddarm und Oesophagus in ähnlicher Weise, wie dies bei den Phylactolaemen beschrieben wurde (vgl. pag. 37), vorangeschritten, indem auch das äussere Knospenblatt zwischen beide Organe sich einschaltet und schliesslich durch Spaltung eine vollkommene Lostrennung des Enddarms von der Tentakelkrone in seinem mittleren Teile hervorruft (Fig. 121 bei sp). Erst wenn dies geschehen, und das Centralnervensystem in gleicher Weise wie bei den Phylactolaemen durch Ausstülpung der inneren Knospenschicht gebildet ist, schliesst sich der Ringkanal auch an der analen Seite der Tentakelkrone, nun auch hier die Bildung von Tentakeln ermöglichend. Es sind nunmehr sämtliche Hauptorgane des Polypids angelegt, und die weitere Entwickelung beruht lediglich auf der weiteren Ausgestaltung dieser Anlagen zu den Formen des erwachsenen Tieres: der ganze Komplex gewinnt ausserordentlich an Umfang, die Tentakelscheide wird zum lang gestreckten Sack, die Tentakeln erscheinen als fingerförmige Ausstülpungen des Ringkanals und gehen aus der oblongen zur kreisförmigen Anordnung über, die Darmabschnitte gliedern sich schärfer von einander; der Magen wächst zu einem langen Blindsack aus und tritt in offene Verbindung mit dem Oesophagus, der seinerseits ein gestreckt trichterförmiges Aussehen gewonnen hat und durch einen weit klaffenden Spalt von dem ehemals als Längsrinne aus ihm hervorgegangenen Enddarm getrennt ist (Fig. 122 sp).

Über die Entstehung des *Funiculus* ist bisher nur soviel bekannt, als sich aus Flächenbildern (Fig. 120—122) unschwer erschliessen liess. Danach legt sich der distale Teil der Knospe zunächst dicht an die gegenüberliegende Wand des Cystids und verwächst mit derselben, um bei der später wieder erfolgenden Trennung mit zwei Bändern, die vielleicht (*Allman*) aus einem einzigen hervorgegangen sind, mit demselben in Zu-

*) So denke ich mir die Entstehung des Ringkanals (vgl. Pag. 36). Davenport lässt diese Frage unentschieden und hält es für möglich, dass der Ringkanal sich auf die von Braem geschilderte Weise, d. h. als taschenförmige, zwischen den beiden Knospenlagen von der Mundseite her sich einschiebende Aussackung entstehe.

sammenhang zu bleiben. In wie weit hierbei ähnliche Prozesse in Frage kommen, wie bei den Phylactolaemen, ist, wie gesagt, bisher noch nicht aufgeklärt, doch scheint es mir aus dem ganzen Bau der Funiculi (vgl. Teil I, pag. 70) unzweifelhaft, dass wir es auch hier mit den beiden Schichten der primären Knospenanlage zu thun haben, wobei die musculöse Structur des inneren Gewebes allerdings ungleich prägnanter zu Tage tritt, als bei den Phylactolaemen.

Von den *Muskeln* werden zuerst die von mir früher als Ringmuskeln *) bezeichneten *Parietal*muskeln angelegt; sie erscheinen bereits im frühesten Knospenstadium als senkrecht zur Cystidachse gestellte, mit der Knospe in keinerlei Zusammenhang stehende Fasern (Fig. 116, 118 pm). Nach *Davenport* entstehen sie aus Zellen der Mesodermlage an zwei gegenüberliegenden Seiten der Cystidwandung, um später mehr und mehr gegeneinander zu rücken, bis sie als vereinigtes Bündel das Lumen des Cystids in der Mittellinie durchsetzen. Merkwürdig ist, dass sie, wenigstens in späteren Stadien, direkt an der Cuticularschicht des Cystids, nicht am Ectoderm befestigt sind, und diese Thatsache lässt der Vermutung Raum geben, dass sie vielleicht doch nicht dem Mesoderm entstammen, sondern dem Ectoderm, wie ich dies von der äusseren Muskellage an der Leibeswand der Phylactolaemen erweisen konnte (vgl. Pag. 23) und wie dies auch Fig. 27 (Taf. III) der *Davenport*schen Arbeit nicht ausgeschlossen erscheinen lässt. Neben diesen primären Parietalmuskeln entwickeln später sich noch schmalere sekundäre Bündel, die weniger weit in das Cystidlumen eintreten.

Die *Retractormuskeln* gehen gleich den *Pyramidenmuskeln* aus Zellen des Mesoderms hervor. Erstere verbinden schon früh als gestreckte Zellen den abanalen Teil des Polypids mit der benachbarten Cystidwand (Fig. 120, 121 rm) und verlängern sich pari passu mit dem Wachsen des Polypids. Letztere entstehen am analen Teil als zwei anfangs ganz kurze, der Cystidwand anliegende Bündel (Fig. 121 prm), deren von der Knospenmündung weggewandte Enden nach und nach völlig auf die entgegengesetzte Seite der Cystidwand hinüberrücken und zwar, wie *Davenport* glaubt, durch freie Wanderung. Erst später sondert sich jeder dieser beiden flügelartigen Muskeln in zwei Bündel, welche nun convergierend zu den vier Ecken der Mündung verlaufen (Fig. 122, 123).

Die Bildung der *Mündung* dürfte in ganz ähnlicher Weise vor sich gehen, wie bei den Phylactolaemen. Nach *Davenport* erscheint das ectodermatische Epithel der Mündungszone zunächst als lang cylindrischer, nach innen gerichteter Zapfen. Später arrangieren sich diese Zellen derart, dass sie einen gestreckten Hohlraum umschliessen, der nach vorn lediglich durch die ursprüngliche Cuticularmembran des Cystids verschlossen wird. Indem nun dieser Hohlraum nach innen und aussen durchbricht, führt er zur Bildung eines gestreckten Kanals (des Randwulstes), dessen Wandungen sich ebenfalls mit Chitin bekleiden und sowol den chitinösen Stützapparat der Mündung, wie auch die zarte Bechermembran erzeugen dürften.

*) Da ich mich überzeugt habe, dass Braem und Davenport im Rechte sind, wenn sie ein tonnenreifenförmiges Anlegen dieser Muskeln an die Cystidwandung in Abrede stellen, so muss der Name als unzutreffend verlassen werden.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass *Davenport* der von *Braem* aufgestellten Behauptung (119, pag. 127, 128, 131), dass auch bei Paludicella ein Teil des Cystids von dem Zellmaterial der polypoiden Knospe gebildet werde, auf Grund einer sehr eingehenden Analyse der einschlägigen Verhältnisse (124, p. 113, 114) nicht beistimmen kann und somit die von mir bei den Phylactolaemen gewonnenen Resultate (vgl. pag. 35) bestätigt. Auch die Theorie von der Entstehung einer Knospe aus dem embryonalen Restgewebe einer vorhergegangenen Knospe wird von *Davenport* für Paludicella in Abrede gestellt und dafür der von mir auch für die Phylactolaemen behauptete Satz festgehalten, dass es zur Anlage der Knospe lediglich undifferenzierter Zellmassen bedürfe.

Die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen über die Knospung der Süsswasserbryozöen lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Knospe entsteht in allen Fällen aus den beiden Schichten der Cystidwand — Ectoderm und Mesoderm — durch eine ausgesprochene (Fredericella, Plumatella) oder modifizierte (Cristatella, Pectinatella) Einstülpung, die man als Gastrulation bezeichnen kann.
2. Die Knospen entstehen, abgesehen von den sogen. Doppelknospen, unabhängig von einander aus noch jugendlichem Gewebe (Knospenzone).
3. Das ursprüngliche Knospenlumen entspricht dem Atrium + Oesophagus. Magen- und Enddarm werden zunächst als *Längsrinne* des ursprünglichen Knospenlumens angelegt und erst hierauf von letzterem durch (teilweise) Verwachsung der Rinnenränder abgeschnürt.
4. Die Muskularis des Darmkanals geht aus dem *inneren* (ectodermalen) Blatte der Knospenanlage hervor.
5. Das Centralnervensystem entsteht durch Einstülpung des inneren Knospenblattes.
6. Ringkanal und Lophophorhöhle sind desselben Ursprungs. Eine die Peripherie der Knospe schräg umziehende, durch Einstülpung der beiden Knospenblätter in das Knospenlumen sich bildende Furche (Ringkanal) dringt an der analen Seite der Knospe zu beiden Seiten des Enddarms als paariges Divertikel tiefer ein und liefert so die Lophophorarme.
7. Die Bildung des Funiculus beginnt am Fundus des Darms.
8. Der Funiculus besteht aus den beiden ursprünglichen Schichten der Cystidwand. Das ectodermatische Zellmaterial stammt aus dem inneren Blatte der noch jugendlichen Knospe.
9. Eine Verwendung des Knospenmaterials zum Aufbau der benachbarten Cystidwand (Braem) findet nicht statt.
10. Die Entstehung und Ausbildung der Knospe bei Paludicella entspricht in allen wesentlichen Punkten dem Entwickelungsgange der Phylactolaemenknospe.

D. Statoblastenentwickelung.

Dass *Allman* der erste gewesen, welcher erkannte, dass wir es in den Statoblasten nicht mit »Wintereiern«, sondern mit knospenartigen Gebilden zu thun haben, wurde bereits im I. Teil dieser Schrift (p. 77) hervorgehoben. *Allman* hat die Entwickelung derselben aus einem »kleinen Zellhauf« im Funiculus nur soweit klar gelegt, als dies auf Flächenbildern möglich war. Erst *Nitsche* (72) ging daran, das Werden des Statoblasten auf Schnitten zu verfolgen und namentlich die Entstehung des Schwimmringes bei Plumatella eingehenderem Studium zu unterziehen. Gleich *Allman* lässt auch Nitsche den Statoblasten aus einer einheitlichen Summe von Zellen sich bilden, die später durch eine Ringfurche in eine »cystogene Hälfte« und eine »Bildungsmasse« geteilt wird, deren erstere den Schwimmring, deren letztere das künftige Tier liefert. Die Ausbildung des Tieres hat er nicht verfolgt. 1881 berichtete dann *Reinhard* (84, p. 350), dass die »cystogene Hälfte« *Nitsches* gleichzeitig auch die Wandung des künftigen Tieres liefere. 1886 wies ich selbst in einer kurzen vorläufigen Mitteilung auf der Naturforscherversammlung in Berlin darauf hin, dass die *Nitsche*sche Angabe von der ursprünglichen Einheitlichkeit des Statoblasten den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspreche, dass derselbe vielmehr aus zwei differenten Zellgruppen sich aufbaue, deren eine dem Ectoderm, deren andere dem Entoderm entstamme. Aus den ectodermatischen Zellelementen entwickele sich dann, wie schon *Reinhard* richtig erkannt, nicht allein die Chitinschale, sondern auch die äussere Schicht der Leibeswand. Demgegenüber suchte im Jahre 1887 *Verworn* (102) aufs Neue den Nachweis zu führen, dass die Statoblasten, entsprechend der Annahme älterer Autoren, überhaupt nicht als Knospen, sondern als »parthenogenetische Wintereier« aufzufassen seien. Er leugnet daher, dass zur Bildung der Statoblasten zwei verschiedene Komponenten zusammentreten und findet einen regelmässigen Furchungsprozess seiner hypothetischen Eizelle zur Morula, die sich erst im weiteren Verlauf in die bereits von *Nitsche* geschilderten beiden Schichten scheidet. Der hierauf folgende Untersucher der Statoblastenentwickelung ist *Braem*. Er verwirft durchaus die *Verworn*schen Ansichten und kommt im wesentlichen zu den von mir 1886 dargelegten Resultaten, eine Thatsache, die ihn nicht, wie man erwarten sollte, mit Freude erfüllt, sondern zu den auf p. 40 angedeuteten Ausfällen gegen mich verleitet. Im Einzelnen allerdings stehen meine Beobachtungen, die sämtlich schon mit den fertigen Zeichnungen aus dem Jahre 1885 stammen und seitdem nur flüchtig kontroliert wurden, mit den *Braem*schen Angaben vielfach in Widerspruch, wie die weiter unten anzuschliessende Detailschilderung ergeben wird. Der jüngste Autor auf diesem Gebiete, *Oka,* steht augenscheinlich stark unter dem Einflusse *Braems,* wenn er eine Einwanderung von Ectodermzellen von der Cystid-

wand her in den Funiculus für wahrscheinlich erklärt (122, p. 126), dabei aber (p. 118) die Zweischichtigkeit des Funiculus bestreitet. Er behauptet ferner, dass ein Statoblast aller Wahrscheinlichkeit nach aus acht primitiven Zellen sich aufbaue (p. 125), und dass dieser Zellhauf anfänglich ein einheitliches Gebilde darstelle *(Nitsche)*, das erst nachträglich eine Scheidung in »cystogene Hälfte« und »Bildungsmasse« erkennen lasse.

Wenden wir uns nunmehr zu den Befunden meiner eigenen Untersuchungen, so ist zunächst nochmals darauf hinzuweisen, dass ich den Aufbau des Funiculus aus den beiden primitiven Zelllagen auf das entschiedenste aufrecht erhalten muss. Während *Braem*, wie bereits Seite 40 hervorgehoben, eine Einwanderung von Ectodermzellen von der Cystidwand her behauptet, glaube ich eine solche vom tiefsten Punkte der Gastraleinstülpung aus beobachtet zu haben (p. 41 ff.). Jedenfalls ist in beiden Fällen das Resultat das gleiche: ein Funiculus, der äusserlich von einer mesodermatischen Zelllage umkleidet wird, im Innern hingegen bildungsfähige Zellen ectodermatischen Ursprungs enthält. Diese letzteren liefern — und dies ist die erfreuliche Übereinstimmung, in der ich mich mit Herrn Dr. *Braem* befinde — die sogen. »cystogene Schicht« *Nitsches*, während nach innen wuchernde Zellen des Mesoderms zur sogen. Dottermasse sich ausbilden.

Die erste wichtigere Frage, welche bei der Verfolgung dieses Bildungsmodus sich aufdrängt, ist die, ob die »cystogene Schicht« einer einzigen Ectodermzelle entstamme, oder ob sie gleich von vornherein als Zellhauf in die Erscheinung trete. *Braem* wagt diese Frage nach seinen Beobachtungen nicht zu entscheiden, hält aber die erstere Alternative immerhin für möglich (119, p. 73); ich glaube in Bezug auf diesen Punkt einen Schritt weiter gekommen zu sein und die ursprüngliche Einzelligkeit geradezu als Regel aufstellen zu können. Fig. 129 giebt den Längsschnitt durch das Funiculusende einer Plumatella. Er zeigt uns zunächst den eigenartigen Bau dieses Keimstocks, wie er für Plumatella charakteristisch ist. Das Innere des Funiculus wird erfüllt von langen, strangförmigen, d. h. muskelfaserartigen Zellen. Dieselben werden auf der einen Seite direkt vom mesodermatischen, zum Teil mit Vacuolen versehenen Epithel begrenzt, während auf der gegenüberliegenden Seite auf die Faserschicht zunächst eine Lage ungemein grosser hyalier Zellen (cz) folgt, die nun erst nach aussen vom Epithel überkleidet sind. Diese grossen Zellen spreche ich als die im Jugendzustande verharrenden eingewanderten ectodermatischen Zellen an; sie liegen nicht in der Achse des Funiculus, sondern völlig excentrisch, der Art indes, dass sie nicht die ganze Länge des Funiculus einseitg flankieren, sondern laubgewindeartig — natürlich stets von Mesodermzellen bedeckt — um die Faserachse desselben in zahlreichen Windungen herumziehen, wie dies schon *Nitsche* (72, p. 42) andeutet, und wie ich es in Fig. 124 wiederzugeben versucht habe. Ein solcher Befund rechtfertigt in der That in hohem Masse die Nitschesche Bezeichnung »Keimstock«; doch zeigen andere Gattungen, wie Fredericella und Cristatella, viel einfachere Verhältnisse, indem hier die Ectodermzellen fast im Centrum des Funiculus liegen, wie schon *Braem* auf seinen Querschnitten es darstellt. Ein klarer Beweis, dass jede der soeben geschilderten hyalinen Ectodermzellen zur cystogenen Schicht eines Statoblasten sich entwickele, ist durch das Bild in Fig. 129 gewiss noch nicht geliefert; erst wenn wir die Befunde

der Fig. 130 hinzunehmen, wird man sich der aufgestellten Behauptung nicht länger entziehen können. Sehen wir doch hier deutlich, wie neben der einen hyalinen Ectodermzelle noch eine zweite (130 cz) sich bemerkbar macht, deren Kern sich geteilt hat, und um welche bereits die mesodermalen Zellen der künftigen »Bildungsschicht« (dbz) sich herumzulegen beginnen. Von diesem Stadium bis zu dem in Fig. 125 von Cristatella und weiter in Fig. 131 von Plumatella dargestellten ist nur ein kleiner Schritt, und diese Stufen hinwiederum führen uns unzweifelhaft die beiden Komponenten eines Statoblasten vor Augen.

Wir können es demnach als Thatsache ansehen, dass an dem Aufbau des Statoblasten ursprünglich nur eine einzige Ectodermzelle beteiligt ist. Dieselbe teilt sich zunächst in zwei Zellen, dann in vier (Fig. 125 bei cz), acht u. s. f. Schon auf einem sehr frühen Stadium ordnen sich die so entstandenen Zellen derart an, dass sie eine an den beiden Polen abgeflachte Hohlkugel bilden, dessen anfangs winziges Lumen sich allmählich erweitert. Inzwischen haben vom äusseren Epithel des Funiculus her eine Anzahl mesodermatischer Zellen das ectodermatische Sphäroid umwuchert (Fig. 130—134 bei dbz); sie stellen im ersten Stadium eine einfache Zellschicht dar, welche sich alsbald dem unteren Pole der Ectodermkugel eng anlegt (Fig. 132) und dieselbe dadurch mehr und mehr von der Achse des Funiculus entfernt. Der nächste Schritt der Weiterentwickelung besteht nun darin, dass die eben besprochene einfache Mesodermschicht durch lebhafte Teilung die Zahl ihrer Zellen vermehrt und alsbald eine zweischichtige (Fig. 134 dbz), der Ectodermkugel anliegende Kugelkalotte darstellt, die bald im Innern ebenfalls einen Hohlraum enthält (Fig. 135 dbz), der aber alsbald durch weitere Zellwucherung und zwar, wie es scheint, ausschliesslich der oberen Schicht (vgl. Pag. 50) ausgefüllt wird (Fig. 136). Schon in den Fig. 134 u. 135 sehen wir, wie der nunmehr als ein aus zwei Komponenten zusammengesetztes einheitliches Gebilde sich darstellende und allseitig von einem flachen Mesodermepithel überkleidete Statoblast bis auf einen verhältnismässig dünnen Strang vom Funiculus abgeschnürt ist, der im weiteren Verlauf der Entwickelung zu einem fast fadenförmigen Gebilde sich auszieht und in späteren Stadien meist seitlich der Unterseite des Statoblasten ansitzt. Jedenfalls verdient es erwähnt zu werden, dass seine Ansatzstelle zu dem sogen. Nabel des Statoblasten (vgl. unten) keinerlei Beziehungen hat. — Es beginnt nun unter fortgesetzter Zellvermehrung die Ectodermkugel sich abzuplatten und einen lang elliptischen Querschnitt anzunehmen (Fig. 137), dessen Lumen ebenfalls zu einem langen schmalen Spalt ausgezogen wird. Indem dieser Vorgang in gleichem Sinne sich weiter entwickelt, erhalten wir schliesslich an Stelle der ursprünglichen Ectodermkugel eine platte, aus zwei durch einen flachen Spalt getrennten Zellagen bestehende, die mesodermatische »Bildungsmasse« überlagernde Kalotte, welche, an den Rändern weiter und weiter wuchernd, im Laufe der Entwickelung die gesamte »Bildungsmasse« umgreift (Fig. 137—144) und schliesslich nur in der Mitte der Unterseite eine kleine Öffnung, einen »Nabel« (Fig. 143, 144 n) übrig lässt. Dieser Vorgang ist im wesentlichen bereits von *Nitsche* richtig beschrieben worden; nur darin irrte er, wie schon oben erwähnt, dass er die Zellen der *inneren* Schicht der Ectodermlage (ise) allmählich sich rückbilden und

verschwinden lässt, während sie in Wirklichkeit auf allen Stadien persistieren und, wie schon *Reinhard* richtig erkannte, direkt zum Ectoderm des künftigen Statoblastencystids werden, wie dies auf den Fig. 138—142 unschwer zu erkennen sein dürfte. Die äussere Schicht der ectodermatischen Kalotte (ase) beginnt mit der Ausscheidung einer dünnen Chitinlage an ihrer Innenseite ungefähr zu dem Zeitpunkt, an welchem die Kalotte, den Rand des Statoblasten umwuchernd, auf die untere Seite übergreift (Fig. 138 ch). Es zeigt sich hierin die erste Anlage der den reifen Statoblasten umschliessenden Chitinschale und des bei den meisten Arten auftretenden Schwimmringes. Da in Bezug auf diesen Punkt erhebliche Verschiedenheiten sich geltend machen, so mag die genauere Darstellung des Verhaltens der einzelnen Gattungen weiter unten folgen. Hier kam es nur darauf an, darauf hinzuweisen, dass in der That aus der einen ursprünglichen Ectodermzelle, welche wir in die Bildung des Statoblasten eingehen sahen, einerseits die Zellage (ase) hervorgeht, welche die äussere Schale des Statoblasten, das Chitingehäuse (ch) liefert, und andererseits nach innen hiervon diejenige, welche im werdenden Cystid des künftigen Stockes als Ectoderm sich darstellt (ise der Fig. 136—144).

Die Schicksale des mesodermatischen Zellmaterials sind vielfach beschrieben worden, am richtigsten von *Braem*, dem ich in allen wesentlichen Punkten beistimme. Die anfangs rundlichen oder eckigen Zellen dieser Bildungsmasse (Fig. 136 dbz) werden im weiteren Verlaufe der Entwickelung spindelförmig, und, während die Zellkerne ihre unveränderte Gestalt behalten, zerfällt das Plasma in eine grosse Zahl kleiner rundlicher Dotterkügelchen, wobei allmählich die Zellgrenzen sich mehr und mehr verwischen und nur noch eine Zeit lang als vertikale Spalte (Fig. 138) oder kanalförmige Lückenräume (Fig. 141) angedeutet sind. Der fertige Statoblast erscheint schliesslich, abgesehen von der peripherischen, der Chitinschale dicht anliegenden Ectodermschicht (ise), von einer durchaus homogenen Masse zahlloser Dotterkügelchen erfüllt, in welcher lediglich nackte Zellkerne in ziemlich gleichen Zwischenräumen eingelagert sind (Fig. 152).

Der Erklärung bedürftig ist jetzt nur noch eine einschichtige Zelllage (umz), welche sich an der Unterseite der Statoblasten namentlich in den Fig. 138 u. 141 scharf abhebt, und die selbst in den letzten Reifungsstadien Fig. 143 noch nicht völlig verschwunden ist. Schon *Braem* hat diese Zellen gesehen, glaubt sie jedoch auch am äusseren Rande der »Bildungsmasse« wiederzufinden und erklärt sie einfach für »unverändert gebliebene« Zellen des Mesoderms. Auch ich glaube, dass die in den Fig. 138 und 141 dargestellte Zelllage (umz) dem Mesoderm entstammt, komme aber, die verschiedenen Entwickelungsstadien der »Bildungsmasse« rückwärts verfolgend, zu dem Schlusse, dass es sich hier in letzter Instanz um diejenigen Zellen des Mesoderms handelt, welche den früher erwähnten Hohlraum der Fig. 135 unterwärts begrenzen. Es würde daraus der Schluss zu ziehen sein — und die dargestellten Befunde der späteren Entwickelungsstadien widersprechen dem nicht —, dass die eigentliche Vermehrung der späteren Dotterbildungszellen ausschliesslich von der oberen Schicht der mesodermalen Kalotte vor sich geht und die untere lediglich als innere Schutzhülle der Dotterzellen so lange fungiert, bis die Umwucherung durch die chitinbildenden Ectodermschichten sich vollzogen hat. Es würde

durch diese Annahme ein hübscher Parallelismus im Verhalten der Ectoderm- und Mesodermlage hergestellt, insofern erstere ja ebenfalls nur mit ihrer *inneren* Lamelle (ise) beim Aufbau des späteren Cystids Verwendung findet.

Über das allmähliche *Schliessen* der Chitinschale im Mittelpunkte der Unterseite werden die Fig. 142—144 genügende Auskunft geben. Man sieht (Fig. 144), wie die den Nabel umstehenden Zellen mit ihren chitinabsondernden Basen sich trichterförmig gegen einander neigen, ohne dass man mit *Nitsche* (72, pag. 49) einen ganz neuen Bildungsmodus und eine besondere Art sich kuppelartig zusammenwölbender Zellen statuieren darf. Die merkwürdige Thatsache, dass ein Teil der »Bildungsmasse« in der Regel nicht mit in den Innenraum der Chitinschale aufgenommen wird, ist von allen früheren Beobachtern erwähnt worden. Man sieht dies besonders hübsch in Fig. 143 mr, erkennt aber den Rest dieser ausgeschlossenen Bildungsmasse selbst bei dem völlig geschlossenen Statoblasten der Fig. 144 (mr). Auch bei Fredericella konnte ich etwas Ähnliches, wenn auch in beschränkterem Massstabe, beobachten.

Bildung des Schwimmringes. Die Gattung *Fredericella* ist die einzige unter allen Phylactolaemen, welche keine Spur eines Schwimmringes besitzt. Die Bildung der äusseren Chitinschale vollzieht sich daher in einfachster Weise dadurch, dass die äussere Ectodermlage an ihrer Innenseite in durchaus gleichmässiger Weise Chitin ausscheidet, wie dies an dem Randstück eines fast fertigen Statoblasten in Fig. 151 dargestellt ist.

Über die Schwimmringbildung bei *Plumatella* haben sowol *Nitsche* wie *Braem* und *Oka* berichtet. Alle drei stimmen darin überein, dass zunächst am scharfen Rande der Peripherie des Statoblasten die Zellen der äusseren Ectodermschicht unter beträchtlicher Streckung mit ihren Basen sich gegen einander kehren, indem sie vom Chitindiskus gewissermassen abgleiten (Fig. 139, 140). Wo diese Zellen mit ihren Basen gegen einander liegen, gelangt eine Chitinlamelle (l) zur Ausscheidung, welche somit den scharfen Rand des Discus peripherisch umzieht. Nicht lange, so beginnen die nämlichen Zellen auch an ihren Seitenwänden Chitin auszuscheiden und bereiten so die Luftkammern des späteren Schwimmringes vor (Fig. 140, 141). Während nun *Nitsche* (72, pag. 47) die Bildungszellen dieser Kammern in einem späteren Stadium aus letzteren sich herausziehen lässt, um peripherisch noch eine zeitlang dem fertigen Schwimmring aufzuliegen, erklärt *Braem*, dass die Zellen in den Chitinkammern ihre Lage nicht verändern, und dass der Abschluss der letzteren einfach dadurch zu Stande komme, dass die Zellen zum Schluss auch an ihrem peripherischen Ende eine Chitinlage absondern. Für *Braem* existiert daher eine ectodermale Zelllage oberhalb des fertigen Schwimmringes (Fig. 142 bei sec) nicht, die *Nitsche* richtig beobachtet hat. Es wird nicht schwer fallen, aus den Darstellungen der in Fig. 140—142 gegebenen Längsschnitte den wahren Sachverhalt zu erkennen, wie ihn schon *Oka* (122, pag. 129) annähernd richtig angedeutet hat.

Fig. 140 zeigt zunächst bei sec, wie einige Zellen des werdenden Schwimmringes zur Kernteilung geschritten sind; in Fig. 141 ist dieser Vorgang schon erheblich weiter entwickelt, namentlich auf der oberen Seite des Statoblasten, auf welcher man auch erkennt, wie am proximalen Ende des Schwimmringes (zwischen ase und sec) auf die Kern-

teilung eine völlige Zerlegung der gestreckten ectodermatischen Schwimmringszelle in der Weise erfolgt ist, dass sie durch eine von Kammerwand zu Kammerwand weiter vordringende Chitinlamelle in einen in den Kammern verbleibenden Restteil und einen peripherischen Teil zerfällt, der mit den Nachbarteilstücken nunmehr wiederum ein geschlossenes und das Ectodermepithel des Statoblastenrückens fortsetzendes sekundäres Epithel (sec) bildet. Fig. 142 endlich führt uns das Endresultat des eben geschilderten Vorganges vor Augen: Die Chitinkammern des Schwimmringes sind sämtlich geschlossen, zeigen aber in ihrem Innern deutliche Kerne, während peripherisch auf den Schwimmring eine nicht minder deutliche Ectodermlage (sec) folgt, die wieder ihrerseits von dem zarten mesodermatischen Epithel überkleidet wird. *Braem* hatte also recht, wenn er Kerne in den geschlossenen Kammern gesehen, und *Nitsche* hatte recht, wenn er ein ectodermatisches Epithel über seinem Schwimmring zeichnet; der wahre Hergang aber ist beiden unklar geblieben. — Die Kerne in den Kammern erhalten sich übrigens häufig unter allmählichem Schwund des Zellplasmas ziemlich lange, ja können augenscheinlich in ihrer Peripherie eine zarte Chitinhülle ausscheiden. Man sieht dann in den Kammern winzige Chitinkreise als letzte Reste dieser Kerne, eine Erscheinung, welche *Braem* zu der Behauptung führten, dass die einzelnen Kammern durch Kommunikationsporen mit einander in Verbindung ständen.

Dass während der Schwimmringsbildung augenscheinlich eine Pause in der Ausscheidung der Gesamt-Chitinschale eintritt, hat schon *Braem* als Vermutung ausgesprochen. Es würde sich hieraus die Zerlegbarkeit der fertigen Chitinschale in eine äussere und innere Lamelle erklären, wie sie bei Plumatella durch Kochen mit Kalilauge von mir beobachtet wurde, bei sitzenden Statoblasten aber schon auf Querschnitten (Fig. 128) ungemein deutlich in die Erscheinung tritt.

Die *sitzenden* Statoblasten der Gattung Plumatella entbehren bekanntlich des Schwimmringes, zeigen aber die den Rand desselben umziehende, weit vorspringende Chitinlamelle, sowie mächtige Chitinbuckel auf der ganzen Rückenfläche. Dass es sich bei dieser Statoblastenform lediglich um eine Modifikation der Schwimmringsstatoblasten und nicht um ganz eigenartige Gebilde handelt, dürfte zunächst aus der Thatsache hervorgehen, dass ich bei einem Plumatellenstock zahlreiche Statoblasten antraf, welche auf der einen Seite einen vollkommenen Schwimmring entwickelt hatten, auf der anderen Seite aber jede Spur eines solchen vermissen liessen (Fig. 127). Ausserdem haben mich meine Beobachtungen über die sitzenden Statoblasten übereinstimmend zu dem Schluss geführt, dass auch sie dem Funiculus entstammen und nur dadurch zu ihrem eigenartigen Bildungsweg veranlasst werden, dass sie mit ihrer Bauchseite sich dicht an die der Unterlage anhaftende Wand der Cystidröhren anlegen und diese zur Beteiligung an der Bildung der Chitinschale veranlassen. Von den verschiedenen Entwickelungsstadien, welche ich zu studieren Gelegenheit hatte, möge hier nur das in Fig. 128 dargestellte besprochen werden, weil es thatsächlich zur Erklärung der auftretenden Verhältnisse genügen dürfte. In Fig. 128 ist cw die basale, mit Diatomeen etc. besetzte Chitinwand einer Cystidröhre; die darauf nach innen folgende Zellschicht ec ist demnach als Ectoderm des Cystids aufzufassen.

Vom Statoblasten selbst wissen wir, dass er über der Chitinschale eine doppelte Zelllage trägt, die äussere Ectodermschicht und das zarte Mesodermepithel. Beide Zelllagen sind an der Oberseite bei ecs deutlich erkennbar; an der Unterseite erscheint in der Mitte vorwiegend nur das Ectoderm des Statoblasten (ecs) entwickelt zu sein, welches dem Ectoderm des Cystids (ec) hier fast unmittelbar aufliegt. An den beiden Seiten sieht man zwischen diesen beiden letztgenannten Schichten indes noch Spuren weiterer Zelllagen (ms), die wir nach dem Gesagten zweifellos als Mesodermepithel des Statoblasts plus Mesoderm der Cystidwand zu deuten haben. Es ergiebt sich von selbst, dass zunächst die äussere Schale des Statoblasten ganz wie bei den Schwimmringsstatoblasten lediglich von dem Ectoderm des Statoblasten selbst gebildet wird. Eine Beteiligung an dem merkwürdigen Bau des Ganzen seitens des Ectoderms der Cystidwand findet dennoch statt und zwar im ganzen Umkreise des Statoblasten, wo augenscheinlich von diesen Zellen, die allerdings mit dem Statoblastenectoderm hier aneinanderstossen (rechte Seite der Figur 128), ein dicker Chitinringwall (rechte Seite der Figur bei chr) ausgeschieden wird, der die hier ebenfalls verdickte Cystidwand nunmehr fest mit der Chitinschale des Statoblasten verbindet. Dieser Ringwall ist in dem Längsschnitt Fig. 128 natürlich nur an zwei Stellen getroffen (chr und chr'); eine Seitenansicht des fertigen Statoblasten, wie sie Fig. 126 darstellt, lehrt uns, dass er die Form eines verkürzten Stundenglases hat, sowie, dass er in regelmässigen Abständen von kreisrunden Löchern durchbohrt wird, durch welche die ausserhalb dieses Bechers befindlichen Zellschichten mit dem Innern dieses sonst völlig abgeschlossenen Chitinbechers verbunden sind. Ein solches Loch ist in Fig. 128 bei chr' im Längsschnitt getroffen. Durch den Chitinbecher wird, wie der Augenschein lehrt, der Statoblast mit der Cystidwand und folglich mit der Unterlage fest verbunden, so dass er demgemäss in der Regel am Orte seiner Entstehung keimen wird. Nicht selten findet man indessen im Frühjahr, dass die Statoblasten in Menge aus ihren Bechern sich losgelöst haben, und dass also nur diese letzteren allein den Platz bewahrten. Es ist nicht schwer einzusehen, wie eine solche Abtrennung erfolgen konnte. Schon früher wurde hervorgehoben, dass bei allen sitzenden Statoblasten eine ungemein scharf ausgeprägte Schichtung der Schale in eine äussere und eine innere Lage zu erkennen ist. Die Loslösung des Statoblasten vollzieht sich nun einfach derart, dass die ganze Oberseite desselben mit Einschluss des grösseren Teils der peripherischen Randlamelle intakt bleibt, während unterseits die *innere* Lamelle der Chitinschale von der äusseren, zarteren sich ablöst; so dass letztere mit dem Ringwalle verbunden bleibt und als flacher Napf nach Ablösung des Statoblasten zurückbleibt (vgl. Fig. 128).

Die Entwickelung des Schwimmringes bei *Pectinatella* und *Lophopus* schliesst sich so vollständig den bei Plumatella geschilderten Verhältnissen an, dass sie im einzelnen hier nicht weiter erörtert zu werden braucht. Als neue Gebilde treten bei Pectinatella lediglich die am Ende mit ankerförmigen Haken versehenen Dornen auf, die natürlich ebenfalls als Ausscheidungsprodukte der äusseren, in gewissen Abständen über den scharfen Rand des Statoblasten radial hinauswuchernden Ectodermschicht entstehen.

Über den ungleich komplizierter gebauten Schwimmring von *Cristatella* haben

Verworn und *Braem* Angaben gemacht, die sich namentlich in einem Punkte widersprechen. Der Schwimmring dieser Form unterscheidet sich bekanntlich von dem aller übrigen Gattungen dadurch, dass er nur an der Oberseite dem Diskus unmittelbar aufliegt, vom Rande an abwärts aber von der eigentlichen Chitinkapsel durch eine tiefe Ringfurche (Fig. 150 rfu) getrennt ist. Es wird so von vornherein der Eindruck hervorgerufen, als ob dieser Schwimmring eigentlich nur oberhalb des Randes zur Ausbildung gekommen und dann durch lebhafte Zellwucherung in seiner mittleren Partie zum fast rechtwinkligen Umbiegen nach abwärts gezwungen sei (Fig. 149, 150). *Braem* nimmt in der That eine derartige Entstehung des Schwimmringes an, wenn er (119, p. 79) sagt, dass »die von der oberen Schale herkommenden Zellen über die unteren so sehr das Übergewicht erlangen, dass sie dieselben zu einer Falte einbiegen«. Er wendet sich hiermit gegen die Auffassung *Verworns*, welcher die Entstehung der Falte durch Zellteilung mit darauf folgender Spaltenbildung erklärt. Meine Beobachtungen stimmen mit beiden nicht überein, schliessen sich aber mehr an diejenigen *Verworns* an. In den Fig. 145 u. 146 gebe ich zwei Stadien, in denen zwar die eigentliche Chitinkapsel (ch) der Statoblasten in ihrem oberen Teile wie an den Seiten schon zu beträchtlicher Dicke sich entwickelt findet, in welchen aber an Stelle des späteren Schwimmringes lediglich erst die ihn bildende äussere Ectodermzellenschicht (ase) erkennbar ist. Dieselbe erscheint in Fig. 145 als durchaus gleichmässige Schicht hoher Cylinderzellen, welche nur dort, wo die Randlamelle sich ausbildet, ähnlich wie bei Plumatella, mit ihren Basen bogenförmig gegeneinander konvergieren. Dieses Verhältnis ist nicht wesentlich geändert auf dem etwas vorgeschritteneren Stadium Fig. 146; die einzelnen Zellen erscheinen nur noch um vieles gestreckter, als auf der vorhergehenden Stufe, und namentlich die Zellen unterhalb des scharfen Randes zeigen in beträchtlicher Ausdehnung die Tendenz, ihre Basen sämtlich bis zu dem Chitinhöcker der Randlamelle auszudehnen. Von einem Hinüberwuchern der oberen Zellen auf die untere Seite und einer dadurch hervorgerufenen Faltenhildung, wie sie Braem in seinen Holzschnitten (119, pag. 79) zeichnet, ist absolut nichts zu entdecken. Wol aber bemerkt man das Auftreten zweier schmaler Spalten in der Ectodermschicht des Unterrandes, deren eine (sp') die Zellenlage in der Mitte, deren andere (sp'') dieselbe am Rande von einander trennt. Beide Spalten sind nur durch eine, zuweilen vielleicht durch zwei Cylinderzellen (f') von einander geschieden, und diese schmale Brücke ist es, welche alsbald als die eine Seite der Braemschen Falte in die Erscheinung tritt. Die Fig. 147—149 dürften diese Behauptung ohne Weiteres illustrieren. In Fig. 147 haben die vom Randzapfen seitwärts und abwärts gerichteten Zellen augenscheinlich bedeutend an Raum gewonnen und erstrecken sich erheblich weiter abwärts, als im vorigen Stadium, wobei ihre Basen vom Zapfen abgeglitten sind und eine basale Chitinlamelle ausgeschieden haben, welche nunmehr die Spalte sp' an der Aussenseite begrenzt. Die Brücke f' zwischen beiden Spalten erscheint ebenfalls beträchtlich verlängert und schickt sich an, durch Kernteilung zu einer flachen Epithelschicht sich auszubilden. Die unterhalb der Spalte sp'' liegenden Zellen der Fig. 147 aber werden durch das rapide Hinabwuchern des Schwimmringes in ihren basalen Teilen an die Chitinwand des Statoblasten gedrängt,

wo sie, ihre Zusammensetzung aus mehreren Zellen noch deutlich erkennen lassend, ebenfalls ein plattes Epithel zu bilden beginnen (Fig. 148 f''), welches sich als innere Seite der Braemschen Falte darstellt. Die oberen Enden dieser Zellen verkümmern, bilden aber noch eine zeitlang einen durch starke Färbbarkeit ausgezeichneten Begränzungsrand der unteren Spalte sp'' in Fig. 148. Es ist nunmehr die Lagerung der Zellen im wesentlichen so, wie sie auch bei der weiteren Entwickelung des Schwimmringes erhalten bleibt. In der Fig. 149 wird man ohne weiteres die einzelnen Abschnitte auf das soeben beschriebene Stadium zurückführen können, wobei es wol kaum der Erwähnung bedarf, das die Spalte sp'' der früheren Stadien nunmehr als Ringfurche rfu auftritt. Die ausserordentlich gestreckten Cylinderzellen des Schwimmringes haben begonnen, auch an ihrer Peripherie Chitin auszuscheiden, ähnlich wie dies von Plumatella geschildert wurde; ja auch der Vorgang des Herausziehens der oberen Abschnitte dieser Zellen aus ihren Chitinbechern und ihre Neuordnung zu einem dem Schwimmring in seinen letzten Bildungsstadien aufliegenden Ectodermepithel vollzieht sich ganz in der früher angegebenen Weise, wie dies aus der genaueren Betrachtung der Zeichnung am Rande bei sec sich ergeben dürfte. Die Entstehung der Dornen endlich, die ja schon bei Pectinatella auftreten, dort aber am äussersten Rande ihren Ursprung nehmen, möge Fig. 150 (bei d und d') veranschaulichen. Das Chitingerüst des Schwimmringes ist in diesen Stadien durchaus fertig, wird jedoch ringsum noch von dem »sekundären« d. h. durch Herausziehen der oberen Zellhälften aus den Chitinbecher gebildeten Ectoderm (sec) überkleidet. Die Basalteile des Ectodermepithels auf den Flächen der Ober- und Unterseite des Statoblasten scheiden im letzten Stadium endlich noch kleine, nach aussen offene Chitinnäpchen ab, wodurch die bis dahin glatte Oberfläche ein netzig-wabiges Aussehen bekommt.

Erwähnt sei schliesslich noch, dass Horizontalschnitte durch den Statoblasten ebenso wie vertikale Tangentialschnitte uns lehren, dass die vom Randzapfen ausstrahlenden horizontalen Chitinspange (l) wie bei Plumatella, als Querschnitt einer den Rand umziehenden, aber etwa in der Mitte des Schwimmringes in ein Netzwerk von Chitinzellen sich auflösenden Lamelle aufzufassen ist, und dass von dieser Randleiste in regelmässigen, verhältnismässig kleinen Abständen radial gestellte, vertikale und nach innen zu mit der senkrecht nach unten gerichteten Ringlamelle (rl Fig. 150) des Schwimmrings in Verbindung tretende Scheidewände nach aussen ziehen, von denen aus dann die Cylinderzellen des Ectoderms und später die Chitinbecher beidseitig schräg nach dem Rande zu ausstrahlen. Es entstehen so auf Tangential- und Horizontalschnitten sehr eigenartige und komplizierte Bilder, deren Wiedergabe nach dem oben Gesagten aber nur geringes Interesse beanspruchen dürfte.

Dass die Entwickelung des Schwimmringes auf der Oberseite des Statoblasten stets diejenige der Unterseite überwiegt, und dass hierdurch dem Statoblasten beim Schwimmen seine bestimmte Lage vorgeschrieben, hat bereits *Braem* richtig erkannt und hervorgehoben.

Die Bedingungen des Keimens der Statoblasten. Das Freiwerden der Statoblasten aus den Chitinröhren geschieht zum Teil schon bei der noch lebensfrischen Kolonie durch

Auftrieb aus den Öffnungen abgestorbener Polipide; ein anderer Teil der produzierten Keime gelangt jedoch erst nach dem vollständigen Zerfall der gallertartigen oder chitinösen Cystidwandung ins Freie. Bei Fredericella konnte ich, wie schon im I. Teile (pag. 101) bemerkt, ein direktes Herauskeimen des Statoblasten aus den noch erhaltenen Resten der Cystidröhren beobachten. Der fertige, ins freie gelangte Statoblast lässt weder die mesodermale noch auch die ectodermale Epithellage über der Chitinkapsel mehr erkennen; er zeigt lediglich das äussere chitinöse Gehäuse mit seinem Schwimmring. Im Innern finden wir zunächst ein wandständiges, namentlich durch seine Kerne markiertes Epithel (Fig. 152) und, von diesem umschlossen, eine feinkörnige, aus zahllosen Dotterkügelchen bestehende Masse, in der nackte Kerne regellos eingestreut erscheinen. Die Gesamtheit dieses Inhaltes ist es, welche das Material zur Bildung eines neuen Stockes darstellt.

Die Bedingungen, unter denen der Inhalt des Statoblasten auf längere Zeit in dem soeben geschilderten Zustande verbleibt, oder aber jene Reihe von Veränderungen eingeht, welche man als Keimung bezeichnet und durch welche der junge Stock entsteht, sind von *Braem* einer näheren Erörterung unterzogen worden. Als von vornherein zu erwartendes, immerhin nunmehr durch eine Reihe von Experimenten genauer präzisiertes Resultat ergiebt sich aus den *Braem*schen Untersuchungen zunächst, dass es zur Keimung einer gewissen Wärmemenge bedarf, und dass die Schnelligkeit der Entwickelung bei erhöhter Temperatur sich steigert bis zu einem Maximum, das etwa bei 30 ° C. liegen dürfte, während eine Temperatur von 6—7 ° C. eine Keimung nicht hervorrief. Weit anfechtbarer scheint mir das, was *Braem* des ferneren als notwendige oder doch in der Regel notwendige Bedingungen für das Keimen aufstellen zu können geglaubt hat. Aus dem Verhalten einiger Cristatellastatoblasten wird zunächst der Schluss gezogen, dass ein zeitweiliges Einfrieren derselben für die Keimfähigkeit von hoher Bedeutung sei. Nur »beinah durch einen Zufall« wurde er verhindert, das Einfrieren als *unbedingt* notwendig zur Erlangung der Keimfähigkeit hinzustellen. Ich bin nicht in der Lage, exakte, direkt von mir zur Lösung dieser Frage angestellte Versuche ins Feld führen zu können; es giebt aber ohnehin eine ganze Reihe von Thatsachen, welche die *Braem*sche Schlussfolgerung zum mindesten sehr gewagt erscheinen lassen, wenn man nicht etwa annehmen will, dass die Statoblasten aller übrigen Formen sich von denen der Cristatella durchaus abweichend verhalten. Zunächst wäre darauf hinzuweisen, dass unsere gewöhnlichen Plumatellen nicht nur in Brasilien, sondern, wie mir eine kürzlich erfolgte Sendung meines Freundes Dr. Stuhlmann bewiesen, auch im tropischen Innerafrika vorkommen mit ebenso massenhaft ausgebildeten Statoblasten, als bei uns. Man wird nicht annehmen, dass in jenen Gegenden ein vorheriges »Einfrieren« unbedingt nötig sei. Indessen man könnte sich salvieren und von einer Anpassung an die Tropen sprechen. Demgegenüber wäre zu bemerken, dass ich durch mehrere Jahre im Herbste vor Eintritt des Frostes sitzende Statoblasten auf Paludinen gesammelt, dieselben den Winter über in meinen Zimmeraquarien aufbewahrt und dann deren normale Keimung in jedem Frühjahr beobachtet habe. Ich erinnere des weiteren an die gewaltige Bryozöenfauna der Hamburger Wasserleitung, deren Röhren bekanntlich dicht rasenförmig von Plumatellen und Fredericellen ausgekleidet sind; sie

produzieren alle normal im Frühjahr keimende Statoblasten, trotzdem die Temperatur in den unterirdischen Leitungsröhren nie unter 8 ° C. herabsinkt. Endlich wären noch alle diejenigen Fälle heranzuziehen, in denen die Sommerstatoblasten bereits vor Eintritt des Frostes im September oder gar im Juli (vgl. Teil I, pag. 88) ihre Hülle sprengen und gewissermassen eine zweite Generation derselben Saison aus sich hervorgehen lassen. Alle diese Thatsachen scheinen mir darauf hinzuweisen, dass der Einfluss des Einfrierens von *Braem* bedeutend überschätzt ist, und dass es weit ausgedehnterer Untersuchungen bedürfen wird, um diesen Einfluss, falls er überhaupt vorhanden, auf sein richtiges Maass zurückzuführen.

Allman ging von der Annahme aus, dass die »Keimkörner« mit Notwendigkeit eine längere Zeit der *Ruhe* vor Beginn der Keimperiode durchzumachen hätten, und führte ja aus diesem Grunde die Bezeichnung Statoblasten ein. Ich habe das Unzutreffende dieser Ansicht im ersten Teile meiner Arbeit (p. 86) an einigen Beispielen sehr bald nach der Reifung erfolgender Keimungen dargelegt. *Braem* schliesst sich meinen Ausführungen im Allgemeinen an, findet es aber »unerhört« (!) (119, p. 90), dass ich die Statoblasten in den Röhren einer noch *lebensfähigen* Kolonie bereits in den verschiedensten Stadien der Keimung angetroffen haben wolle. Es bedarf wol kaum der Bemerkung, dass ich diese Beobachtung trotz des aussergewöhnlich »energischen« Zweifels des Herrn Dr. Braem zu widerrufen leider nicht in der Lage bin.

Die Beobachtungen, welche *Braem* zu dem Schlusse führen, dass die Einwirkung der atmosphärischen Luft von hervorragender Bedeutung für die Keimung sei, dürften nur zum Teil als beweiskräftig anzusehen sein, soweit sie nämlich auf das verschieden schnelle Sichöffnen der Statoblasten unter dem Deckgläschen am Rande und in der Mitte sich beziehen. Bei den übrigen Versuchen, bei welchen ein Teil der Versuchsobjekte künstlich unter Wasser, ein anderer schwimmend erhalten wurde, könnten sehr wol auch die verschiedenen Druckverhältnisse, unter denen die Statoblasten standen, eine Rolle spielen. Immerhin ist es dankenswert, dass in dieser schwierigen Materie ein erster Ansatz zur Lösung der in Betracht kommenden Fragen gemacht ist.

Das »Keimen« der Statoblasten. Die Beobachtung des »Keim«prozesses der Statoblasten ist mit einer Reihe von Schwierigkeiten verknüpft, welche es unerlässlich erscheinen lassen, durch künstliche Keimversuche zunächst eine fortlaufende Serie der verschiedenen auf einander folgenden Stadien zu gewinnen, wie dies zuerst von *Braem* und fast gleichzeitig von *Oka* (122) durchgeführt worden. Meine eigenen in den Jahren 1886 und 1887 gemachten Beobachtungen erstrecken sich lediglich auf eine Anzahl im Frühjahr dem Aquarium entnommener Stadien, die aber leider in Bezug auf die Bildung des ersten Polypids nicht lückenlos sind. Aus diesem Grunde wage ich das über diesen Punkt von *Braem* (119, pag. 95 ff.) Vorgetragene nicht endgültig zu beurteilen.

Die ersten Veränderungen, welche im keimenden Statoblasten vor sich gehen, bestehen darin, dass das wandständige Epithel in seinen protoplasmatischen Teilen sich schärfer umgrenzt, während die im Dotter zerstreuten Zellkerne unter lebhafter Teilung je mit einem hellen Hofe sich umgeben, der jedenfalls als flüssiges Protoplasma in Anspruch

zu nehmen ist (Fig. 153). Gleichzeitig erkennt man, dass die vordem rundlichen Dotterkügelchen undeutlicher werden und zum Teil körnig zerfallen, wobei sie vermutlich unter allmählicher Verflüssigung eben jenes Protoplasma liefern, welches die zerstreuten Kerne hofartig umgiebt. Letztere scheinen nun alsbald, wenigstens teilweise, eine Wanderung nach der Peripherie des Statoblasten hin anzutreten, wo sie, unter gleichzeitiger Teilung, dem Ectoderm sich anlagern und so allmählich ein zusammenhängendes Mesodermepithel bilden, welches nunmehr mit dem schon vorhandenen Ectoderm die zukünftige Leibeswand des werdenden Stockes darstellt. Ein Vergleich der Fig. 152 und 153 wird diese Auffassung von der Bildung des Mesodermepithels, wie auch *Verworn* (102, pag. 128) sie kurz skizziert, als wahrscheinlich erscheinen lassen. *Braem* glaubt daneben noch eine direkte Kernbildung aus den Elementen des Dotters selbst beobachtet zu haben, doch finde ich in meinen Präparaten nichts, was diese Angaben bestätigen könnte.

Nachdem so die Aussenwandung der zukünftigen Kolonie aus ihren beiden Hauptkomponenten wenigstens teilweise sich aufgebaut, wobei namentlich die Gallertformen in der Peripherie des Schwimmringes eine mächtige Entwickelung des ectodermatischen Epithels erkennen lassen (vgl. z. B. Fig. 47 B u. 48 B bei Oka), schreitet der Statoblast alsbald und zum Teil schon, ehe das Cystiderm in der ganzen Peripherie gleichmässig entwickelt ist, zur Bildung des ersten Polypids. Der Ort für dessen Entstehung ist, wie *Braem* zuerst hervorgehoben, wol in den meisten, wenn nicht in allen Fällen die Mittelfläche der Unterseite der Statoblasten, das ist also diejenige Stelle, welche bei der Bildung der Chitinschale zuletzt als Nabel geschlossen wurde. An dieser Stelle zeigt die im Werden begriffene Cystidwand zunächst eine scheibenförmige Verdickung, namentlich des Ectoderms, welche von *Braem* mit dem wenig passenden Namen »Keimscheibe« belegt wurde. Diese Keimscheibe soll nun nach *Braem* durch eine kreisförmige Ringfurche von dem umgebenden Gewebe sich abgrenzen, alsdann sich in die Tiefe senken und von den amnionartig gegeneinander wuchernden Rändern der Ringfurche überdeckt werden, welche, in der Mitte zusammenschliessend, die Cystidwand wieder vervollständigen, während die Keimscheibe selbst unter Beihülfe der bogenförmig abwärts und einwärts ziehenden Ringfurche das Polypid aus sich hervorgehen lässt. Ich bin, wie schon oben bemerkt, nicht in der Lage, über jüngere Stadien der Polypidbildung verfügen und demnach endgültig über die hier kurz geschilderten Vorgänge urteilen zu können. Dennoch glaube ich meinen Zweifel an der Richtigkeit der *Braem*schen Angaben nicht unausgesprochen lassen zu sollen. Statuieren doch dieselben einen so eigenartigen Entwickelungsgang für dieses erste Polypid, dass derselbe im Vergleich zu der sonst üblichen Knospungsweise als geradezu exorbitant bezeichnet werden müsste. So entsteht, wie wir im früheren sahen, der Enddarm bei der gewöhnlichen Polypidentwickelung als seichte Längsfurche des ursprünglichen Knospenlumens, eine Thatsache, die wir auf nähere Verwandschaft mit den Coelenteraten zurückzuführen versucht waren; das erste Polypid der Statoblasten hingegen erhält — nach *Braem* — seine Darmanlage, indem von zwei verschiedenen Seiten der in die Tiefe dringenden Ringfurche seitliche Divertikel gegen einander wachsen und sich schliesslich mittelst Durchbruch der Gewebe vereinigen. Beim normalen Polypid werden

die Lophophorarme paarig angelegt, indem sie als seitliche Einstülpungen der Knospenwandung in das Knospenlumen entstehen; beim ersten Statoblastenpolypid haben wir es — nach *Braem* — mit einer anfangs ungeteilten Kuppel, der kuppelförmig sich rundenden Keimscheibe, zu thun, die erst später durch eine Einsattelung in die zwei Lophophorarme geteilt wird. Bei der Knospenentwickelung des gewöhnlichen Polypids entsteht das Nervensystem von vornherein an der oralen Seite des Darmkanals unmittelbar über dem Eingang zur Mundhöhle: bei den *Braem*schen Zeichnungen des werdenden Primärpolypids ist es weit nach der analen Seite hin verlegt (vgl. dessen Taf. XII, Fig. 146), und was dergleichen Seltsamkeiten mehr sind. Merkwürdigerweise lässt nun schon das zweitälteste im keimenden Statoblasten entstehende Polypid, dessen Entwickelung ich hinlänglich genau verfolgen konnte, von allen diesen schönen Dingen auch rein gar nichts erkennen. Dasselbe entwickelt sich in völlig normaler Weise aus einer Einstülpung der beiden Schichten der Leibeswand und unterscheidet sich in nichts von dem Bau einer gewöhnlichen Knospe, wie Fig. 159 von Pectinatella beweisen mag. Auch *Braem* schreibt der zweitältesten Knospe in einzelnen Fällen den gewöhnlichen Bildungsmodus zu, während er in andern eine Andeutung des Entwickelungsmodus der primären Polypide (mit Amniosfalte, um es kurz zu bezeichnen) beobachtet haben will. Fügen wir hinzu, dass endlich auch die von mir thatsächlich beobachteten, allerdings nicht ganz jungen Entwickelungsstadien der Primärknospen keinerlei Abweichung vom Normalen erkennen liessen und mit den von *Braem* vorgeführten Bildern nur herzlich schlecht sich zusammenreimen wollen, so wird man die oben ausgesprochenen gelinden Zweifel an der Realität der *Braem*schen Befunde gewiss nicht ungerechtfertigt finden, zumal auch *Oka* (122), dem augenscheinlich recht junge Knospungsstadien zur Verfügung standen, absolut nichts von ähnlichen Erscheinungen zu berichten weiss.

Dass die Stelle der Leibeswand, an welcher das Primärpolypid seinen Ursprung nehmen soll, zonenförmig von dem umgebenden Gewebe sich abgrenzt, kann nicht bezweifelt werden, doch muss ich es unentschieden lassen, ob und wie weit dies auch für die äusserste Schicht der Leibeswand, für das Ectoderm, zutreffend ist. Ein tangentialer Schnitt, senkrecht zur Längsachse durch die oberen Partien des Camptoderms (der Tentakelscheide) geführt, ergiebt, wie Fig. 154 von Plumatella beweist, einen scharf von der umgebenden Dottermasse abgegrenzten scheibenförmigen Gewebekomplex, den man sich nun indessen noch von den beiden Schichten der Cystidwand überlagert zu denken hat. Man erkennt ohne weiteres die Anlage der beiden Lophophorarme (lo), welche durchaus nicht sekundär aus einem unpaaren, kuppelartigen Gebilde hervorgegangen zu sein scheinen, sondern deutlich seitlich in die Schichten der Knospenwandung übergehen, als deren Ausstülpungen sie entstanden sind, kurzum man sieht ein Bild, das in vollkommener Weise etwa dem Schnitte Fig. 104 e einer gewöhnlichen Knospe in Parallele gestellt werden kann. Auch der tiefer geführte Schnitt Fig. 155 derselben Knospe entspricht in jeder Hinsicht gleichartigen Schnitten (Fig. 104 c) normaler Knospen. Zu ähnlichen Schlüssen über die durchaus analoge Form der Polypidbildung im Stock und im Statoblasten führen uns der Längschnitt Fig. 156 und der zugehörige Tangentialschnitt Fig. 158,

gleich den vorigen einem Plumatellastatoblasten entnommen, welcher im Innern einer noch lebensfähigen Kolonie sich befand (vgl. Pag. 57). Man erkennt ohne Weiteres, dass Lophophorarme (lo), Munddarm (md), Enddarm (ed) und Nervensystem (n) sich ganz in der nämlichen Weise angelegt haben, wie es im Früheren von der normalen Knospe beschrieben wurde, und es bieten diese Bilder auch nicht den leisesten Anhalt, dass es sich hier um Einsenkung einer Keimscheibe, Ringfurchenbildung etc. etc gehandelt habe.

Ich könnte die Zeichnungen häufen, welche das allmähliche Werden der Primärknospe im Statoblasten illustrieren; ich würde indes im wesentlichen lediglich die Figuren der Längs- und Querschnitte auf Taf. III u. IV zu wiederholen haben (vgl. z. B. Fig. 157, Querschnitt einer Pectinatellaknospe, mit Fig. 106b). Ich begnüge mich daher mit der Vorführung nur noch eines weiteren Stadiums Fig. 160, welches das allmähliche, schon von *Braem* beobachtete Seitwärtswandern der Polypidanlage zum Oeffnungsspalt des Statoblasten und ihr schliessliches Herauswuchern aus demselben von Augen führt.

Schon ehe das Primärpolypid seine volle Reife erlangt hat und meist bevor es aus den in einer Ringzone sich öffnenden Statoblastenschalen sich herausstreckt, sind in vielen Fällen — aber nicht immer, wie Fig. 160 lehrt — die Anlagen neuer Polypidknospen nachzuweisen, von denen *Braem* merkwürdigerweise zugiebt, dass sie nicht aus einem embryonalen Restkörper der ersten Knospe entstehen, sondern direkt aus den beiden Schichten der Leibeswand sich aufbauen. Er sieht sich somit gezwungen, für die Bildung der Knospen im Stock und für die zwei ersten Knospengenerationen im Statoblasten einen ganz verschiedenen Bildungsmodus anzunehmen (vgl. Pag. 30).. Aber noch mehr, diese ersten Generationen entstehen zugestandenermassen aus der Leibeswand und liefern dieser letzteren selbst kein Material zum weiteren Aufbau. Von der dritten Generation an, bei welcher das »Princip der Doppelknospe« beginnt, sind es dagegen nach *Braems* Ansicht umgekehrt die Knospen, welche, nicht aus der Leibeswand, sondern von dem Halsteil der zweiten Generation sich ableitend, nunmehr ihrerseits auch das Zellmaterial für die Cystidwandung liefern sollen. Wir haben im Früheren (Pag. 35) gesehen, dass eine solche Verwendung des Knospenmaterials zum Aufbau der Körperwandung überhaupt nicht stattfindet, und dass daher jener künstlich konstruierte Gegensatz zwischen den Knospen der beiden ersten und der folgenden Generationen garnicht existiert. Für *Braem* aber wird dieser vermeintliche Gegensatz Veranlassung zu einer ebenso geistreichen, wie kühnen Hypothese, indem er nämlich mit lobenswerter Konsequenz einfach den Gesamtinhalt eines Statoblasten mit seinen Wandungsepithelien und ersten Knospenalagen nicht als Homologon eines Stockes, sondern als Homologon einer einzelnen Polypidknospe dieses Stockes, aus der ja auch ein Stück Cystidwand hervorgehen soll, ansieht und auf Grund dieser Hypothese sehr artige Parallelen zu Wege bringt, die darin gipfeln, dass der Statoblast eine Knospe darstellt, in dem die völlige »Umkehr der Keimblätter durchgeführt ist«. Es scheint mir unfruchtbar, auf eine Hypothese näher einzugehen, die, wie ich gezeigt zu haben glaube, auf irrig behauptete Thatsachen sich stützt; für mich ist nach wie vor die Gesammtmasse des Statoblasten nicht das Homologon einer Polypidknospe, sondern ein werdender *Stock*, der alle Merkmale eines solchen in sich vereinigt,

sobald die ersten Polypidknospen zur Anlage gekommen sind und der, nach Abstreifung der Schale, lediglich einer geringen Streckung seiner Körperwandung bedarf, um auch äusserlich als Stock sich präsentieren zu können. Die Thatsache aber, dass auch nach *Braems* Beobachtungen die erste und zweite Knospengeneration im »Statoblastenembryo« als *Einstülpungen* der Leibeswandung sich anlegen, ist für mich nur ein weiterer Beweis dafür, dass seine Auffassung von dem Aufbau der Stock-Knospen aus embryonalem Restmaterial der jeweilig vorhergehenden Knospe und von der Verwendung ihrer Halszellen zur Bildung der benachbarten Cystidwand völlig unhaltbar ist.

Von dem das gesamte Zellmaterial des Statoblasten ernährenden Dotter, der in allen Hohlräumen der werdenden Polypidknospe nachzuweisen ist, behauptet *Braem*, dass er zum Teil auch in fester Form von den einzelnen Zellen aufgenommen werde; ich habe mich von diesem Eindringen fester Dotterkügelchen in die neu gebildeten Zellen selbst nicht überzeugen können.

Die Absonderung einer Chitinschicht bei dem zum Stock sich ausbildenden Statoblasteninhalt beginnt, wie *Braem* richtig hervorhebt, unmittelbar nach Eröffnung der Schale, wie dies namentlich gut bei Plumatella zu beobachten ist.

Die Winterknospen der Paludicella. Den kurzen Angaben, welche ich im ersten Teile dieser Arbeit pag. 79 über die Winterknospen gemacht, habe ich nur wenig hinzuzufügen. Äusserlich betrachtet stellen sich dieselben lediglich als unregelmässig geformte, durch stärkere Chitinisierung, verbunden mit reichlicher Kalkeinlagerung, ausgezeichnete Cystidknospen dar, bei welchen ein Mündungskegel noch nicht entwickelt ist. Bei der Untersuchung des Inhalts dieser, ihrer Lage und Entstehung nach den übrigen Knospen des Paludicellastockes durchaus gleichwertigen Knospen ist zunächst die Thatsache zu konstatieren, dass, abweichend von dem Inhalte eines reifen Statoblasteninnern, in allen Fällen die Anlage einer Polypidknospe in ziemlich vorgeschrittenem Stadium vorhanden ist, wie dies Fig. 161 im Längsschnitt, die Fig. 162 und 163 im Quer- und Horizontalschnitt erkennen lassen. Es kann uns diese Thatsache nicht Wunder nehmen, wenn wir bedenken, dass ja in der normalen Knospe von Paludicella das Polypid bereits in sehr jugendlichen Stadien zur Anlage kommt. Weit überraschender indessen ist die weitere Wahrnehmung, dass um diese Polypidanlage herum in der Winterknospe ein Dottermaterial sich findet, welches den ganzen restierenden Innenraum derselben ausfüllt und in seiner Zusammensetzung auffallend an die Dottermasse eines Statoblasten erinnert. Es wäre gewiss von hohem Interesse, über die Herkunft dieser Dotterzellen durch das Studium werdender Winterknospen sich Aufklärung zu verschaffen; leider war ich nicht im Besitz geeigneten Materiales und muss daher diese Frage völlig in suspenso lassen.

Auf dem in den Fig. 161—163 wiedergegebenen Stadium verharren die Winterknospen vom Herbst bis zum folgenden Frühjahr. Erst dann öffnen sie sich, wie schon *van Beneden* beobachtete, ähnlich den Statoblasten, durch zweiklappiges Aufspringen der Schale und lassen ein mit neuer, zarter Chitinschale bekleidetes, alsbald einen Mündungskegel und eine apikale Knospe zeigendes Cystid (vgl. Teil I, Taf. III, Fig. 98) aus sich

heraustreten. Auch hier fehlte mir leider das Material, um die histiologischen Details dieser Vorgänge genauer verfolgen zu können.

In Bezug auf die Homologisierung der Winterknospen von Paludicella mit den Statoblasten der Phylactolaemen habe ich im ersten Teil pag. 163 ff. auf gewisse Parallelen aufmerksam gemacht, welche trotz fundamentaler Verschiedenheit in der Entstehung, dennoch den Gedanken diskutierbar erscheinen lassen, ob beide Formen der ungeschlechtlichen Vermehrung nicht doch etwa in genetische Beziehung zu einander gebracht werden könnten. Demgegenüber vertritt *Braem*, welcher nicht blos den einzelnen Statoblasten, sondern auch den gesamten »Keimstock der Phylactolaemen als Homologon einer Knospe« auffasst (119, pag. 112), auf das entschiedenste die Ansicht, dass es sich in beiden Fällen um durchaus von einander unabhängige Bildungen handele. Wenngleich die von ihm vorgebrachten Gründe nach dem von mir auf pag. 60 Gesagten als beweiskräftig nicht gelten können, so sehe ich mich doch ausser Stande, die immerhin nicht unwichtige Frage durch Beibringung neuer Thatsachen — es sei denn das oben erwähnte Auftreten der Dotterballen in der Winterknospe, das aber ebenso gut als Analogie sich auffassen liesse — der Entscheidung näher zu bringen.

Die Endergebnisse meiner Untersuchungen über die Statoblasten und Dauerknospen dürften etwa folgendermassen zu formulieren sein:

1. Zur Bildung der Statoblasten treten zwei verschiedene Elemente zusammen, deren eines, dem inneren Gewebe des Funiculus entstammend, ectodermatischen Ursprungs ist, während das andere dem Mesoderm angehört.
2. Bei Plumatella, und wahrscheinlich auch bei den übrigen Phylactolaemen, geht der ectodermale Teil des Statoblasten aus einer einzigen Zelle hervor, die erst später durch Zellteilung zu einer blastulaartigen Hohlkugel wird.
3. Der ectodermale Teil des Statoblasten liefert aus sich sowohl die Chitinschale des Statoblasten, als auch das Ectoderm der Cystidwand des zukünftigen Stockes.
4. Der mesodermale Teil wandelt sich in Dotterbildungszellen um, deren Kerne im reifen Statoblasten erhalten bleiben.
5. Bei der Bildung des Schwimmringes entsteht durch Zellteilung ein sekundäres Ectodermepithel, welches dem fertigen Schwimmring aufgelagert ist.
6. Bei den sitzenden Statoblasten ist die Bildung der Chitinkammern, nicht aber der chitinösen Randlamelle unterdrückt. Der sie an der Cystidwand befestigende Chitinwall wird vornehmlich vom Ectoderm der Cystidwand gebildet.
7. Der eigenartige Schwimmring bei Cristatella entsteht nicht durch Faltung, sondern durch Spaltenbildung und Umwandlung der diese Spalten begrenzenden Cylinderzellen.

8. Bei der Keimung des Statoblasten wandert ein Teil der Dotterzellenkerne an die Peripherie zur Bildung der Mesodermlage der Cystidwand.
9. Die Knospenbildung im Statoblasten vollzieht sich im wesentlichen in derselben Weise, wie am erwachsenen Stock, durch Einstülpung der beiden Primitivschichten der Cystidwand in das Innere, und durchläuft die gleichen Stadien. Eine verschiedene Entwickelung der ersten Polypide von derjenigen der später folgenden *(Braem)* ist nicht anzunehmen.
10. Die in der Mitte der Unterseite sich entwickelnde primäre Polypidknospe gelangt durch Drehung oder Wanderung an den peripherischen Rand des Statoblasten, der zweiklappig zum Heraustritt des polypidtragenden Cystidteiles sich öffnet.
11. Der Inhalt eines Statoblasten ist als Stock aufzufassen und nicht einer einzelnen Polypidknospe *(Braem)* zu homologisieren.
12. Die Winterknospen der Paludicella enthalten schon zur Zeit ihrer spezifischen Ausbildung eine Polypidknospe im mittleren Stadium.
13. Die Winterknospe ist gleich dem Statoblasten mit Dotterkörnchen gefüllt.
14. Die Frage nach der Homologisierung der Winterknospen mit den Statoblasten ist zur Zeit noch nich gelöst.

Nachtrag zum I. Teil.

Wie das nachfolgende Litteraturverzeichnis ergiebt, befinden sich unter den seit dem Erscheinen des I. Teiles dieser Arbeit veröffentlichten Untersuchungen auch verschiedene, welche die Anatomie, resp. die Systematik und die geographische Verbreitung der Süsswasserbryozöen behandeln.

Von diesen sind die *anatomischen* Ergebnisse, soweit sie Abweichungen von den im I. Teil vorgetragenen Ansichten enthalten, der Hauptsache nach schon in dem vorstehenden Kapitel über Knospung berücksichtigt. Zu erwähnen wäre etwa nur, dass *A. Saefftigen* im Zool. Anzeiger 1888 p. 96 ff. eine vorläufige Mitteilung über das *Nervensystem* der Phylactolaemen gegeben hat, welche namentlich den Verlauf der vom centralen Ganglion ausstrahlenden peripherischen Nerven eingehender bespricht, als dies von mir geschehen. *Saefftigen* will auch am Ende der Radialnerven kleine intertentaculäre Ganglien beobachtet haben, aus denen dann nicht nur die Tentakeln, sondern auch — an der Basis der Tentakelmembran — »zwischen den Ectodermzellen gelegenen Sinneszellen« mit Nerven versorgt werden. — Über die sogen. »Segmentalorgane«, welche *Verworn* (102, p. 27) zuerst beschreibt, und die dann später von *Cori* eingehender als »Nierenkanälchen« geschildert werden, habe ich schon pag. 38 kurz berichtet.

In *systematischer* Hinsicht wäre zuerst nachzutragen, dass *Braem* (119) zwar mit mir die Gattung Alcyonella als unhaltbar anerkennt, die Form fungosa aber als selbständige Art neben der Linnéschen »Pl. repens« beibehält. Als Gründe hierfür nennt er einmal den abweichenden Habitus namentlich der jüngeren Kolonien, sodann die geringere Durchschnittsgrösse der repens-Statoblasten. Ebenso glaubt er die *Plumatella fruticosa* Allm. von der »Emarginatareihe« wieder abtrennen zu sollen, wobei er sich auf die abweichende Form der *sitzenden Statoblasten* stützt. Sollte diese in der That konstant sein und keine Übergänge zu den sonst in dieser Gruppe auftretenden sitzenden Statoblasten zeigen, so wäre die Braemsche Ansicht gewiss als die richtigere anzuerkennen. — In der Zusammenfassung der von früheren Autoren aufgestellten Cristatellaarten geht *Braem* noch über meinen Vorschlag hinaus, indem er auch der von mir noch allenfalls als zulässig bezeichneten Scheidung in α genuina und β Idae eine Berechtigung nicht zugesteht.

An *neuen* Formen beschrieb *Ridley* (104) einen von *Th. Whitelegge* in Australien entdeckten Lophopus, den er versehentlich (vgl. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) I p. 159) *L. Lendenfeldi* benannte, während *Oka* uns mit einer *Pectinatella gelatinosa* aus Japan bekannt macht, die sich vornehmlich durch die mikroskopische Kleinheit ihrer Randdornen auszeichnet.

In Bezug auf die *geographische Verbreitung* der Süsswasserbryozöen ist vor allem hervorzuheben, dass nunmehr endlich auch für *Afrika* das Vorkommen derselben erwiesen ist und zwar durch *Stuhlmann*. Schon im Jahre 1888 sandte mir der genannte Forscher aus einem Süsswassergraben bei Alexandrien Exemplare von *Fredericella sultana* ein; 1890 erfolgten dann weitere Funde von Statoblasten aus einem Tümpel und trockenem Bachbett bei Bibisande in Ugogo-Uniamwesi, zwischen Tabora und dem Victoria nyanza, die sich als zu *Plumatella princeps* und *Pl. polymorpha* gehörig erwiesen. Zwischen denselben fanden sich dann ferner einige Statoblasten *), die ich in Hinblick auf die merkwürdige Dornenreihe an den beiden entgegengesetzten Polen nur mit *Pectinatella Carteri* Hyatt. identifizieren kann, einer Form also, die bisher nur von Bombay bekannt war. Auch bei Towalio am Victoria Nyanza hat später — Dec. 1890 — *Stuhlmann* die beiden erst genannten Plumatellen aufgefunden.

Aus Südamerika war bisher nur die Plumatelle princeps durch *Fritz Müller* bei Blumenau bekannt geworden. Dieselbe Form ist nunmehr auch im Rio Camaquam (Prov. Rio grande do Sul) von *von Ihring* nachgewiesen, der ausserdem Exemplare einer Plumatelle von Gualyba bei Porto Allegre einsandte, die ich trotz des Fehlens von Schwimmringsstatoblasten mit *Pl. polymorpha γ. caespitosa* identifizieren möchte.

In der Umgegend von Moskau fand *Zikoff* neben Plumatella polymorpha auch Paludicella, Cristatella und Lophopus.

---

*) Es dürfte der Erwähnung wert sein, dass in diesem interessanten Gemisch dreier verschiedener Statoblastenformen, mannigfacher Bruchstücke von Cystidröhren, Gemmulae, Cyprisschalen etc. auch Exemplare eines winzigen geflügelten Samens (einer Orchidee?) sich befanden, welche in auffallender Weise die Form und Structur eines Statoblasten, etwa einer Lophopusart, vortäuschten. Trotzdem dieselben eine Reaktion auf Cellulose nicht ergaben, konnte doch aus dem Bau des zelligen Randes, wie er namentlich durch Kochen mit Kalilauge und nachherige Behandlung mit Nelkenöl hervortrat, auf die pflanzliche Natur dieser Gebilde mit Sicherheit geschlossen werden.

Litteraturverzeichnis, Fortsetzung.

(Vgl. Teil I, pag. 9 ff.)

100. *Reinhard, W.* Zur Frage über die Entwickelung der Samenkörper (Alcyonella fungosa). Zool. Anz. 1885, p. 538—39.
101. *Analytical Key* to the Fresh-water Polyzoa. Americ. monthly Microsc. Journal. Vol. IX, p. 99—102, 1 Tfl. (From the Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc. Jan. 1887). — Mir nicht zugänglich gewesen.
102. *Verworn, Max.* Beiträge zur Kenntnis der Süsswasserbryozöen. Inaug. Diss. Berlin 1887. Auch in Z. f. w. Zool. XLVI p. 99—130, mit 2 Taf. — Anatomisch; Statoblastenentwickelung.
103. *Kraepelin, K.* Monographie der deutschen Süsswasserbryozöen. I. Teil. Abhand. d. Naturw. Ver. Hambg. Bd. X, 1887. 4°. 168 pp., 7 Tafeln. — Anatomisch-systematischer Teil.
104. *Ridley, Stuart O.* On the Characters of the genus Lophopus, with a Description of a new Species from Australia (L. Lendenfeldi). Journ. Linn. Soc. London. Zool. Vol. XX, p. 61—64.
105. *Reinhard, W. W.* »Skizze des Baues und der Entwickelung der Süsswasserbryozöen«. Abhandl. Naturf. Gesellsch. Charkow. Bd. XV, p. 207—310, 7 Taf., 1888 (Russisch). — Mir nicht zugänglich gewesen.
106. *Saefftigen, A.* Das Nervensystem der phylactolaemen Süsswasserbryozöen. Vorl. Mitteil. im Zool. Anz. 1888, p. 96—97.
107. *Kafka, J.* Die Süsswasserbryozöen Böhmens. Mit 91 Abbild. im Text. Arch. f. naturw. Landesdurchforschung Böhmens Bd. VI, No. 2. — Systematisch.
108. *Korotneff, A.* Beiträge zur Spermatologie (von Alcyonella fungosa). Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXI, p. 334—341, 1 Taf. 1888.
109. *Braem, Fr.* Untersuchungen über die Bryozöen des süssen Wassers. Vorl. Mitteil. im Zool. Anz. 1888, p. 503—509, p. 533—539. — Systematik; Knospung; Funiculus; Statoblasten.
110. *Jullien, J.* Sur la Cristatella mucedo in Bull. Soc. zool. France 1888. Tom. 13, p. 165—166. — Kolonien sämtlich männlich.
111. *Kraepelin, K.* Bemerkungen zu den Mitteilungen von F. Braem über Süsswasserbryozöen im Zool. Anz. 1888, p. 646—647.
112. *Jullien, J.* Sur quelques Bryozoaires d'eau douce. Mém. Soc. Zool. France 1889, Vol. I, P. 2, p. 231—244. — Polemisch, Abwehr gegen Kraepelin.
113. *Braem, F.* Über die Statoblastenbildung bei Plumatella, im Zoolog. Anzeig. 1889, pag. 64—65.

114. *Braem, F.* Die Entwickelung der Bryozöenkolonie im keimenden Statoblasten. Zool. Anz. 1889, p. 675—679. — Vorläufige Mitteilung.

115. *Korotneff, A.* Sur la question du développement des Bryozoaires d'eau douce. 3 Taf. u. 3 Fig. in Mém. Soc. Nat. Kiew. Tom. X, p. 393—410, 1889. — Russisch geschrieben. Mir nicht zugänglich gewesen.

116. *Seeliger, O.* Bemerkungen zur Knospenentwickelung der Bryozöen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. L, 1890, p. 566—599, 2 Taf. (Abstr. in J. R. M. Soc. 1890, 706—708).

117. *Davenport, C. B.* Cristatella: The Origin and Development of the individual in the colony. Bull. Mus. Comp. Zool. at Harward College XX, 4, p. 101—151, 11 Taf. 1890. — Wichtige neuere Arbeit über Knospenentwickelung.

118. *Jullien, J.* Observations sur la Cristatella mucedo. Mém Soc. zool. France Tom. III, p. 361—394, 1 Taf. 1890.

119. *Braem, F.* Untersuchungen über die Bryozöen des süssen Wassers. Cassel 1890. 134 pp., 15 Taf. — Umfangreichste neuere Arbeit über Systematik, Biologie, Knospung, Statoblastenbildung und -Keimung. Skizze der Embryonalentwickelung.

120. *Zykoff, W.* Zur Fauna der Süsswasserbryozöen der Umgegend von Moskau. Zool. Anz. 1890, p. 444. — Systematisch.

121. *Davenport, C. B.* Preliminary notice on Budding in Bryozoa. Proc. of the Americ. Acad. Arts and Scienc. XXV, p. 278—282. — Vorl. Mitteilung.

122. *Oka, A.* Observations on Fresh-water Polyzoa. Journ. Coll. of Science Imp. Univ. Japan Vol. IV. 1, p. 89—146, 4 Taf. 1891. — Pectinatella gelatinosa n. sp., Anatomie, Statoblastenentwickelung u. -Keimung.

123. *Cori, C. J.* Über Nierenkanälchen bei Bryozöen. Lotos, n. Folge Bd. XI, 18 p., 1 Taf. 1891. — Excretionsorgane bei Cristatella.

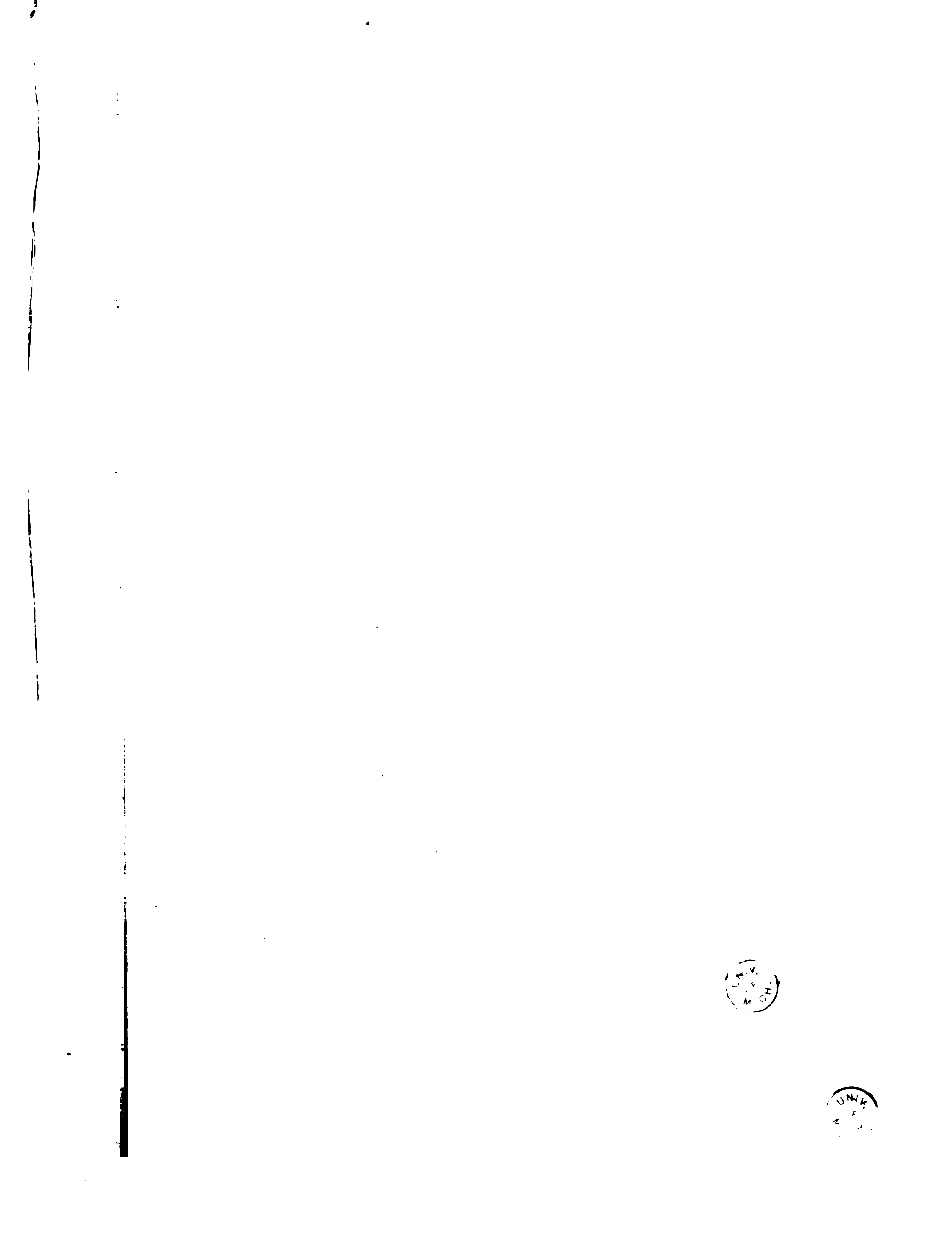
124. *Davenport, C. B.* Observations on Budding in Paludicella and some other Bryozoa. Bull. Mus. Comp. Zool. Harward College 1891. 114 pp., 12 Taf. — Ausführliche Arbeit über die Knospung der Paludicella und mariner Gymnolaemata. Beziehungen der Ectoprocten zu einander und zu den Endoprocten.

125. *Braem, Fr.* Die Keimblätter der Bryozöenknospe. Zool. Anz. 1892, p. 113—115. — Polemisch, gegen Davenport.

126. *Davenport, C. B.* The Germ-layers in Bryozoan buds. Zool. Anz. 1892, p. 261—263. — Auseinandersetzung mit Braem.

Tafel I.

Fig. 1. Funiculus einer Plumatellaknospe mit Spermatiden. Vergr. etwa 180.
Fig. 2. Dasselbe, weiter entwickelt. Vergr. etwa 180.
Fig. 3. Funiculus v. Plumatella mit Spermatidenloben im Längsschnitt. Vergr. etwa 180.
Fig. 4. Dasselbe im Querschnitt. Vergr. 360.
Fig. 5. Stück eines Spermatidenlobus von Plumatella. Vergr. 650.
Fig. 6. Dasselbe, Spermatiden weit. entwickelt. k Kerne d. inn. Funiculusgewebes. Vergr. 650.
Fig. 7. » » » » Vergr. 650.
Fig. 8. » » » » Vergr. 650.
Fig. 9. Reife Spermatozöen, nach Freiwerden aus dem Lobus um den Restkörper gruppiert. Vergr. 650.
Fig. 10. Funiculus von Plumatella unmittelbar nach Ablauf der Spermatozöenbildung. Vergr. 360.
Fig. 11—14. Entwickelung einer losgerissenen Spermatide von Plumatella in verschiedenen Stadien, in frischem Zustande beobachtet. Nach Oelimmersion gezeichnet, wie die folgenden.
Fig. 15 u. 16. Dasselbe mit ausgeschossenem Achsenfaden.
Fig. 17. Ballen von 4 zusammengeflossenen Spermatiden.
Fig. 18—28. Reifungsstadien des Spermatozoon von Plumatella, im frischen Zustande beobachtet. In Fig. 25 zwei mit ihrem Zellplasma verschmolzen.
Fig. 29. Reifes Spermatozoon von Plumatella, lebend beobachtet.
Fig. 30—43. Reifungserscheinungen an Spermatiden von Plumatella, an conserviertem Material beobachtet.
Fig. 44. Junges Ovarium von Plumatella mit sich bildenden Eiern. Vergr. 400.
Fig. 45. Älteres Ovarium von Plumatella. kf Keimfleck. Bei x Austritt der »Dotterballen« aus dem Zellkern. Vergr. 620.
Fig. 46. Zwei Eier aus dem Ovarium von Plumatella. a Ei mit doppeltem Zellkern. b Ei mit doppeltem Kernkörperchen. x wie in Fig. 45. Vergr. 620.
Fig. 47. Reifes Ei von Plumatella kurz vor der Befruchtung. h Hyaliner Hof um den Zellkern. Vergr. 620.
Fig. 48. Eier von Paludicella. Vergr. 620.
Fig. 49. Reifes Ei von Plumatella punctata Hanc. Vergr. 620.



Tafel II.

Fig. 50—53. Verschiedene Stadien der Eientwickelung von Plumatella kurz vor der Befruchtung. Vergr. 620.

Fig. 54 u. 55. Befruchtung des Eies von Plumatella. sp Spermatozoon. Vergr. 620.

Fig. 56. Ovarium von Plumatella. Eier zum Teil in Befruchtung. sp Spermatozoon. Vergr. 620.

Fig. 57. Befruchtetes Ei von Plumatella. Vergr. 620.

Fig. 58—61. Befruchtete Eier von Plumatella aus dem Ovarium. Furchungsstadien. Vergr. 620.

Fig. 62. Ei von Plumatella, von einer Polypidknospe aufgenommen. Vergr. 620.

Fig. 63. Wandständige polypidartige Knospe von Plumatella, zur Eiaufnahme bestimmt. Vergr. 620.

Fig. 64. Gefurchtes Ei von Plumatella, von einer Polypidknospe aufgenommen. Vergr. 620.

Fig. 65 u. 66. Furchung des Eies von Plumatella bis zur Morula im Innern der Polypidknospe. Vergr. 620.

Fig. 67. Morula im unteren Ende der Polypidknospe von Plumatella. Vergr. 620.

Fig. 68. Dasselbe mit der ganzen Polypidknospe, schwächer vergr. Vergr. 350.

Fig. 69. Blastula in der Polypidknospe von Plumatella. Vergr. 350.

Fig. 70. Gastrulation » » » » » »

Fig. 71. Gastrulation von Plumatella. Vergr. 350.

Fig. 72. Zweischichtiger Embryo von Plumatella in der Polypidknospe. Vergr. 350.

Fig. 73. Dasselbe. Vergr. 160.

Fig. 74. Dasselbe mit Polypidknospe und Placenta. Vergr. 160.

Fig. 75. Dasselbe. Auftreten des »Ringwulstes« rf. Vergr. 160.

Fig. 76. Dasselbe. Entwickelung der Cilienbekleidung. Reduktion der »Placenta«. Vergr. 160.

Fig. 77. Fast fertiger Embryo von Plumatella in der Polypidknospe. Vergr. 160.

---

bl Blastula; d Dotterballen; ec Ectoderm; eh Embryonalhülle; kn Polypidknospe; mo Morula; mz Mündungszone; p Placenta; pm Parietalmuskeln; rf Ringfalte; sp Spermatozoon.

Tafel III.

Fig. 78. Reifer Embryo von Plumatella, frei geworden, opt. Längsschnitt. Vergr. etwa 50.

Fig. 79 u. 80. Dasselbe mit zurückweichendem Ringwulst und Heraustreten des Polypidtragenden Vorderteils. Vergr. etwa 50.

Fig. 81. Embryo festgesetzt, mit zurückgeschlagenem Ringwulst. Vergr. etwa 50.

Fig. 82. Junge Kolonie festgesetzt. Rest des Ringwulstes in die Leibeshöhle aufgenommen. Vergr. etwa 50.

Fig. 83. Verschleimende Gewebsschichten der Larve am distalen Körperpol. Vergr. 350.

Fig. 84. Knospeneinstülpung von Plumatella polymorpha fungosa. Junge Kolonie. Vergr. 350.

Fig. 85. Eiaufnehmende junge Polypidknospe. Vergr. 620.

Fig. 86 u. 87. Knospenbildung von Cristatella. Einwanderung von Ectodermzellen. Längsschnitt. Vergr. 350.

Fig. 88. Dasselbe in sehr jungem Stadium. Längsschnitt. Vergr. 620.

Fig. 89. Zweischichtige Knospe von Cristatella mit Knospenlumen. Längsschnitt. Vergr. 350.

Fig. 90. Knospe von Plumatella. Enddarmbildung. Längsschnitt. Vergr. 350.

Fig. 91—93. Knospe von Cristatella. Verschiedene Stadien der Enddarmbildung. Längsschnitt. Vergr. 350.

Fig. 94—97. Dasselbe. Lophophor- und Ganglienbildung. Längsschnitt. Vergr. 350.

Fig. 98. Ringwulst der Larve von Pectinatella. Umwandlung seiner Zellen in definitive Körperwand. Vergr. 300.

Fig. 99. Dasselbe von Plumatella. Vergr. 300.

Fig. 100a—100c. Querschnitte durch eine ganz junge Knospe von Cristatella. Vergr. 350.

Fig. 101a—101c. Dasselbe etwas älter. Vergr. 620.

Fig. 102a—102d. Dasselbe nach Abschnürung der Enddarmrinne. Vergr. 350.

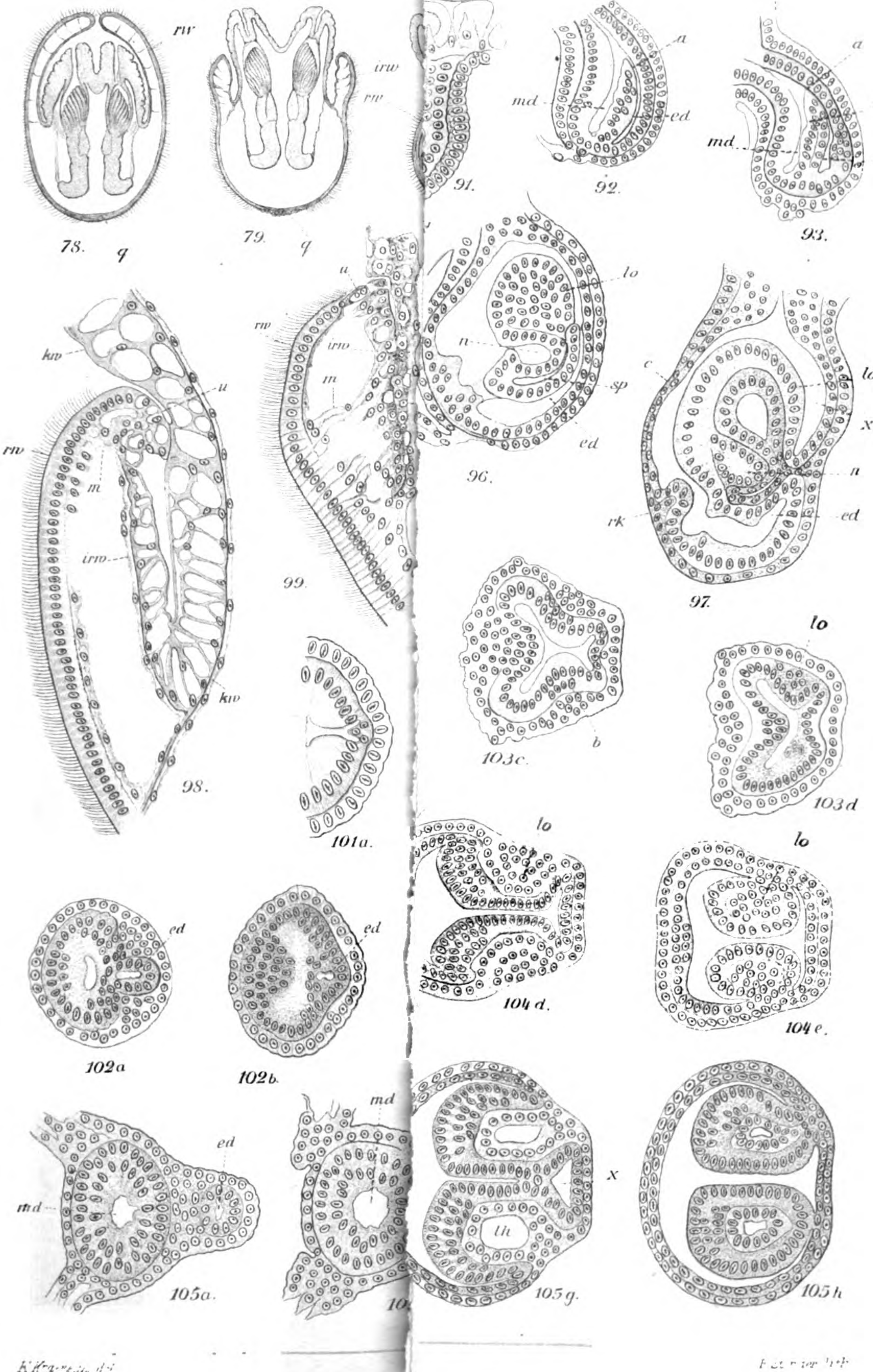
Fig. 103a—103d. Querschnitte durch Cristatellaknospe. Beginn der Lophophorbildung. Vergr. 350.

104a—104e. Dasselbe weiter entwickelt. Vergr. 350.

105a—105h. Dasselbe, noch älter. Vergr. 350.

---

a After; b Einbuchtung der Lophophorarme; c Camptoderm; ec Ectoderm; ed Enddarm; en Mesoderm; f Funiculus; i r w Innere (absteigende) Wandung des Ringwulstes; kw Körperwand des postembryonalen Stockes; l Knospenlumen; lh Lophophorhöhle; lo Lophophor; m Mesoderm; md Munddarm; n Gehirn; q Verschleimende Basalzellen des Embryos; rk Einbuchtung des Ringkanals zur Bildung der abanalen Tentakeln des Mundsaums; rw Äussere (aufsteigende) Wandung des Ringwulstes; sp Spalte zwischen Oesophagus und Enddarm; u Umbiegungsstelle der äusseren (aufsteigenden) Wandung des Ringwulstes in die innere; x Von den verwachsenen Lophophorarmen und dem Camptoderm begrenzter Hohlraum oberhalb der Darmmündung.


rw
irw
rw
a
md
ed
a
n
md
ed
91.
92.
93.
78.
q
79.
q
u
lo
rw
irw
m
n
sp
kw
u
ed
c
lo
x
n
rw
m
96.
rk
ed
irw
99.
97.
lo
kw
b
103c.
103d
98.
101a.
lo
lo
ed
ed
104 d.
104 e.
102a
102b.
md
ed
x
md
th
105a.
105g.
105h

Tafel IV.

Fig. 106a—106e. Querschnitte durch eine reifere Cristatellaknospe. Schwache Vergr.
Fig. 107. Tangentialer Längsschnitt durch eine ältere Cristatellaknospe. Vergr. 350.
Fig. 108. Dieselbe Knospe im sagittalen Längsschnitt. Vergr. 350.
Fig. 109. Fast reife Knospe von Plumatella im Längsschnitt. Vergr. etwa 150.
Fig. 110. Junge Knospe mit Funiculus von Plumatella im Längsschnitt. Vergr. 350.
Fig. 111. Junge Knospe von Plumatella im Längsschnitt. Funiculusbildung. Vergr. 620.
Fig. 112. Ende einer jungen Knospe von Cristatella im Längsschnitt. Funiculusbildung. Vergr. 620.
Fig. 113. Darmfundus einer Pectinatellaknospe im Längsschnitt. Ausbildung der Muscularis. Vergr. 620.
Fig. 114. Körperwand eines Pectinatellaembryo im Längsschnitt. Vergr. 620.
Fig. 115. Längsschnitt der Darmwand einer Pectinatellaknospe. Ausbildung der Muscularis. Vergr. 620.
Fig. 116. Jüngste Knospe von Paludicella. Optischer Längsschnitt. Vergr. 38.
Fig. 117. Dasselbe von oben gesehen. Vergr. 38.
Fig. 118. Etwas ältere Knospe von Paludicella im optischen Längsschnitt. Vergr. 38.
Fig. 119. Dasselbe von oben gesehen. Vergr. 38.
Fig. 120—122. Aufeinander folgende Stadien in der Entwickelung der Paludicellaknospe. Optische Längsschnitte. Vergr. 38.
Fig. 123. Mündungszone einer Paludicellaknospe von oben gesehen.
Fig. 124. Ende des Funiculus von Plumatella im Längsschnitt. Vergr. 220.
Fig. 125. Statoblastenkeim von Cristatella. Längsschnitt. Vergr. 350.
Fig. 126. Sitzender Statoblast von Plumatella polymorpha fungosa. Seitenansicht. Schwache Vergr.
Fig. 127. Mittelform zwischen sitzendem und Schwimmringsstatoblasten derselben Species. Längsschnitt. Vergr. 150.
Fig. 128. Sitzender Statoblast derselben Species. Längsschnitt. Vergr. 150.
Fig. 129. Längsschnitt des Funiculusendes von Plumatella. Vergr. 620.
Fig. 130. Stück eines Funiculus von Plumatella im Längsschnitt. Anlage des Statoblasten. Vergr. 620.
Fig. 131. Dasselbe, weiter entwickelt. Vergr. 620.
Fig. 132. Dasselbe, noch weiter entwickelt. Vergr. 620.
Fig. 133. Dasselbe. Vergr. 350.
Fig. 134 und 135. Weitere Entwickelungsstadien des Statoblasten von Plumatella. Vergr. 350.

---

a After; chr, chr' Chitinring zur Befestigung des Statoblasten; cw Cystidwand; cz »Cystogene« Zellen; dbz Dotterbildungszellen; ec Ectoderm; ed Enddarm; eh Epistomhöhle; lf Lophophorfurche; lh Lophophorhöhle; lm Längsmuskeln; lo Lophophor; md Munddarm; mg Magen; ms Mesoderm; n Gehirn; pm Parietalmuskeln; prm Pyramidenmuskeln; rk Ringkanal; rm Ringmuskeln, in Fig. 120 und 121 Retractoren; sp Spalte zwischen Oesophagus und Enddarm.

tf. th

106 e.

tf.

rm

ms lm

114.

rm

115.

lh

rk n

md sp

ed

107.

prm

lo

rm

rk

md

prm

sp

122.

124.

lo

eh

n

sp

108.

prm

dbz

cz

125.

dbz

30.

cz

dbz

132.

cz

dbz

134.

126.

cz

cz

dbz

133.

cz

135



Tafel V.

Fig. 136—144. Entwickelungsstadien der Statoblasten von Plumatella. Vergr. 350.
Fig. 145—150. Entwickelung des Schwimmringes der Statoblasten von Cristatella. Vergr. 350.
Fig. 151. Stück eines fast reifen Statoblasten von Fredericella. Vergr. 350.
Fig. 152. Stück eines reifen sitzenden Statoblasten von Plumatella princeps. Vergr. 650.
Fig. 153. Stück eines in der Keimung begriffenen sitzenden Statoblasten von Plumatella princeps. Vergr. 650.
Fig. 154. Flächenschnitt durch die Statoblastenknospe von Plumatella. Vergr. 300.
Fig. 155. Dasselbe unterhalb der Lophophorregion. Vergr. 300.
Fig. 156. Erste Statoblastenknospe von Plumatella repens im Längsschnitt. Vergr. 300.
Fig. 157. » » » Pectinatella. Querschnitt. Schwach vergr.
Fig. 158. Dasselbe wie Fig. 156, tangential. Vergr. 300.
Fig. 159. Zweite Statoblastenknospe von Pectinatella. Längsschnitt. Vergr. 300.
Fig. 160. Erste » » Plumatella. » » 300.
Fig. 161. Paludicella Winterknospenpolypid im Längsschnitt. Vergr. 300.
Fig. 162. » » » Querschnitt. » 300.
Fig. 163. » » » Flächenschnitt » 300.

---

ase Äussere Ectodermschicht der »cystogenen« Bildungsmasse; ch Chitinschale des Statoblasten; d, d' Dornen; dbz Dotterbildungszellen; ed Enddarm; f', f'' Begränzungsepithel der Spalte sp''; ise Innere Ectodermschicht der »cystogenen« Bildungsmasse; l Randlamelle des Schwimmringes; lo Lophophor; md Munddarm; n Gehirn; rfu Ringfurche im Schwimmring von Cristatella, aus sp'' entstanden; rl chitinöse Ringlamelle des Schwimmrings; sec Secundäres Ectodermepithel des Statoblasten; sp', sp'' primäre Spalten im Ectodermepithel der Schwimmringszellen; umz Untere Mesodermlage der Dotterbildungszellen.


UNIV.
OF

1916-k

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg.

— XIII. Band. —

Mit VI Tafeln und einer Karte.

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1895.

SEINEM EHRENMITGLIEDE

UND

EHEMALIGEN ERSTEN PRÄSIDENTEN

HERRN

GEHEIMEN REGIERUNGSRAT

PROFESSOR DR. KARL MÖBIUS

DIREKTOR DES MUSEUMS FÜR NATURKUNDE

IN BERLIN

ZU SEINEM 70. GEBURTSTAGE

DEN

7. FEBRUAR 1895

GEWIDMET

IN DANKBARER ANERKENNUNG SEINER VERDIENSTE
UM DIE NATURWISSENSCHAFT UND UM DIE FÖRDERUNG
DES WISSENSCHAFTLICHEN LEBENS IN HAMBURG.

DER NATURWISSENSCHAFTLICHE VEREIN
IN HAMBURG.

Die Gephyreen

des

Naturhistorischen Museums

zu Hamburg.

Von

Dr. W. Fischer

in Bergedorf.

Die Gephyreen des Naturhistorischen Museums zu Hamburg, welche Herr Professor Dr. Kraepelin mir in freundlichster Weise zur Bearbeitung überliess, bilden ein so reichhaltiges Material, dass das Museum in dieser Hinsicht sicherlich allen anderen Sammlungen Deutschlands die Spitze bieten kann. Durch die unausgesetzten Bemühungen hamburgischer Kapitäne und Schiffsoffiziere resp. auch Schiffsärzte, vor allem des verstorbenen Herrn Hupfer und des Herrn Pässler, denen das Museum deshalb zu grossem Danke verpflichtet ist, hat unsere Sammlung eine ausserordentliche Bereicherung erfahren. Besonders ist die Gephyreen-Fauna Afrika's, die bis jetzt noch wenig erforscht ist, um verschiedene Arten der Gattungen Phascolion, Phascolosoma und Thalassema vermehrt worden, viele schon von anderen Fundorten bekannte Arten sind auch in den diesen Erdteil umgebenden Meeren aufgefunden worden, so dass ich hoffen darf, dass diese Arbeit auch für die Tiergeographie nicht ohne Nutzen sein wird.

Um die für die Wissenschaft neuen Fundorte deutlicher hervortreten zu lassen, zeichne ich sie durch ein Sternchen (*) aus. Den Namen des Sammlers füge ich eingeklammert der durch gesperrten Druck charakterisierten Fundorts-Angabe bei.

I. Familie: Sipunculidae.

Genus: **Sipunculus.**

Sipunculus mundanus, Sel & Bülow, var. branchiatus.

Die Durchschnittsgrösse der 4 vorhandenen Exemplare ist 31—32 cm. Der Rüssel ist bis auf einen vorderen Ring mit zottenförmigen Papillen besetzt, die in der oberen Hälfte grösser sind und nicht so dicht stehen als in der unteren. Die Rückenseite der hinteren Körperhälfte hat nach Selenka[1]) ein etwas anderes Aussehen als die der vorderen: „Die Längsfurchen sind nur undeutlich ausgeprägt, während sie lateralwärts und am Bauche sehr scharf gezeichnet sind". Die vorliegenden Tiere zeigen im mittleren Körperteile eine ähnliche Beschaffenheit, aber es finden sich ausserdem noch dicht gestellte zottenartige Anhänge, welche die ganze Oberfläche mit Ausnahme von 5—6 Längsmuskelbreiten der Bauchseite bedecken. Sie sind, da sie eine Länge von ca. 1 mm. haben, schon mit blossem Auge deutlich zu erkennen und stehen auf linearen, unter ziemlich spitzen Winkeln gegen die Längsrichtung des Körpers geneigten Hauterhebungen (Fig. 2), die, ohne anfangs Fortsätze zu zeigen, bei dem von mir untersuchtem Tiere 5—6 cm. hinter dem Rüssel beginnen und 8 cm. vor dem hinteren Körperende verschwinden. Querschnitte

[1]) Selenka: Die Sipunculiden. Wiesbaden 1883 p. 108.

zeigen, dass die erwähnten Zotten (Fig. 1 K) Fortsätze der die Cutis durchziehenden Integumentalhöhlen sind. (Fig. 1 Ith). Sie führen denselben Inhalt wie diese und besitzen eine sehr dünne Haut, so dass es nahe liegt sie als Respirationsorgane anzusehen. Schon Andreae[2]) behauptete in seiner Arbeit über den Sipunculus nudus L., dass den Integumentalhöhlen, die vielfach dicht unter der Cuticula, also fast direkt unter der vom Wasser bespülten Oberfläche des Körpers lägen, eine respiratorische Thätigkeit zukomme und auch Ward,[3]) der den Sipunculus nudus L. lebend beobachten konnte, glaubt, dass die Hautkanäle sicherlich von grosser Bedeutung für die Atmung seien. Sie sind von Andreae bei Sipunculus nudus L., von Semper bei Sipunculus boholensis Semper gesehen worden. Aus dem nachfolgenden Texte geht hervor, dass sie auch noch bei Sipunculus indicus Peters, Sipunculus titubans Sel & Bülow var. diptychus und Sipunculus australis Kef. vorkommen. Ich glaube durch meine Beobachtungen den Beweis geliefert zu haben, dass diese wahrscheinlich allen Arten der Gattung Sipunculus eigentümlichen Kanäle kiemenartige Organe sind. Die Hautausstülpungen erinnern in ihrer Form an die Kammkiemen der Körpersegmente der Anneliden.

Die Integumentalkanäle sind von Semper (1 p. 111) für Capillaren der äusseren Haut gehalten worden, nach Selenka (1 p. 111) und Vogt & Jung[4]) stehen sie indessen mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung, eine Beobachtung, die ich sowohl am vorliegenden Wurme, wie am Sipunculus boholensis Semper und Sipunculus indicus Peters bestätigen konnte. Sie enthalten beim Sip. mundanus zweierlei Zellformen: grössere Zellen von der gewöhnlichen Form der Blutkörperchen (Fig. 1 bl 1. Fig. 1a bl 1), einen Kern und 2 helle Hohlräume enthaltend und kleinere gewöhnlich klumpenweis angeordnete Zellen (Fig. 1 u. 1 a bl₂ 2) mit Kernen, aber ohne feste Umrisse, die wohl als amöboide Zellen gedeutet werden könnten. Beide Arten von Blutkörperchen fand ich auch innerhalb des kontraktilen Gefässes, es trat aber die zweite Sorte hier in grösserer Menge auf. Von einer dritten Art, die Andrews[5]) bei Sipunculus Gouldii Pourtales beschreibt, den sog. „giant corpuscles" habe ich nichts bemerken können. Ward fand gleichfalls, sowohl im kontraktilen Schlauch wie in der Leibesflüssigkeit des Sipunculus nudus L., zweierlei Zellformen vor. Er vermutet auch, dass die grossen hellen Zellen der Cutis den amöboiden Zellen der Blutflüssigkeit entsprächen und dass sie wahrscheinlich aus jener in dieses Gewebe eingewandert seien. Ich glaube nicht, dass sich diese Annahme bei den anderen Arten der Gattung Sipunculus, die eine Cutis mit solchen hellen Zellen besitzen, bestätigen wird. Bei Sipunculus robustus 3 B. übertrifft die Grösse der hellen Zellen der Cutis die der Blutkörperchen um das 5—10-fache (Fig. 4). Wie die Blutkörperchen aus dem Schlauch in die Leibeshöhle gelangen, ist noch unaufgeklärt. Ward versichert, dass ein Zusammenhang zwischen beiden Hohlräumen nicht existiert (3 p. 162) und stellt

---

[2]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 36 p. 241.
[3]) Bull of the Museum of Comp. Zoology. Vol. XXI. No. 3 p. 164.
[4]) Vogt & Jung, Lehrbuch der prakt. vergl. Anatomie. Bd. I.
[5]) Stud Biol. Lab. (John Hopkins) Baltimore Bd. IV. p. 397.

gestützt auf seine Ansicht von der Wanderfähigkeit der Blutkörperchen eine Hypothese auf: „it is not improbable, in view of the migratory tendency of the corpuscles already described, that the coelomic fluid receives its quantum from the blood system be the active emigration of the corpuscles which are formed in that system".

Die Beschreibung, die Selenka sonst vom Sipunculus mundanus giebt, entspricht im Uebrigen fast vollständig den Verhältnissen, die ich bei dem vorliegenden Wurme fand. Ergänzungen kann ich betreffs der Segmentalorgane hinzufügen, die vom eben erwähnten Autor bei dem ihm zu Gebote stehenden einzigen Exemplare nicht in normalem Zustande gefunden wurden: „Sie waren augenscheinlich in einem stark contrahierten Zustande, besassen nur die Länge von 7—8 mm. und ragten frei in die Leibeshöhle hinein". Das von mir präparierte Tier besitzt abnormer Weise nur ein rechtsseitiges 3,5 cm. langes Segmentalorgan von braunroter Farbe, welches bis auf das frei in die Leibeshöhle hineinragende 6—9 mm. lange Ende fest an die Körperwand geheftet ist; die Mündung desselben liegt 5—6 mm. hinter dem After. Die kontraktilen Schläuche sind mit zahlreichen kurzen Blindsäckchen bedeckt. Der rechte ventrale Retraktor entspringt aus dem 1., 2., 3. und 4., der linke aus dem 2., 3. und 4. Längsmuskel; bei dem von Selenka beschriebenen Tiere ist das Verhältnis ein umgekehrtes. Das Gehirn, von der Grösse eines Stecknadelknopfes, hat wie bei Sipunculus nudus L. eine biskuitförmige Gestalt und ist vorn mit fadenförmigen Fortsätzen versehen.

In der Haut kommen ausschliesslich zweizellige Drüsen (Fig. 1 dr.) vor, die in den Papillen des Rüssels und im eigentlichen Körper äusserst zahlreich, in der Eichel dagegen sehr spärlich sind. Nervenendorgane, wie sie Jourdan beim Sipunculus nudus L. beschreibt, sah ich, allerdings nicht in der Menge wie beim Sipunculus indicus Peters,[6]) auch hier in Schnitten durch die der Eichel. Es findet sich eine Ringmuskelschicht, dieser folgt eine schmale Diagonal- und eine Längsmuskelschicht.

Ecuador, Esmeraldas;*) am Ausflusse des Stromes. (Pässler).

Sipunculus boholensis, Semper.

Von dieser Art besitzt das Museum 2 Exemplare, das eine von Bohol, das andere von Mazatlan. Das letztere wurde mir leider in schlecht konserviertem Zustande zur Bestimmung übergeben. Hierbei leitete mich die Angabe der Bestimmungstabelle (1 p. 13) „Mündung der Segmentalorgane hinter dem After" anfangs irre. Durch Vergleich des vorliegenden Exemplares mit dem von Bohol konnte ich indessen feststellen, dass bei beiden Tieren die Mündung der Segmentalorgane vor dem After liegt. Bei dem von mir untersuchten Tiere sind diese innerlich und äusserlich sehr gut in einer Entfernung von 5—6 mm. vor der Afteröffnung sichtbar. Es muss sich hier also wohl ein Irrtum in die Bestimmungstabelle Selenka's eingeschlichen haben.

Vor der Mündung der Segmentalorgane finden sich an der inneren Körperwand die zottenartigen Auswüchse von knorpeliger Konsistenz, die dieser Art eigentümlich

---

[6]) Jahrbuch der Hamburg. wissenschaftl. Anstalten X. Fischer: Weitere Beiträge zur Anatomie und Histologie des Sip. indicus Peters p. 7.

sind. Betreffs der Ansatzstelle der Retraktoren und der der Aeste des Spindelmuskels sind einige unerhebliche Abweichungen zu konstatieren. Die ventralen Retraktoren breiten sich mit ihrer Basis nur über 2 Längsmuskelbündel, die je vierten und fünften; die dorsalen dagegen jederseits über 4 Längsmuskelbündel, nämlich über den 8.—11. aus. Von den drei Aesten des Spindelmuskels entspringen 2 mit langer Basis hier nicht hinter den dorsalen Retraktoren, wie 1. p. 110 zu lesen ist, sondern vor denselben vom je 11. Längsmuskelbündel. Der Befestiger setzt sich der Angabe Sempers entsprechend mit zwei dünnen Wurzeln hinter dem musc. susp. intest. jederseits an das erste Längsmuskelbündel fest.

Die Haut zeigt, soweit ich dies an dem vorliegenden Tiere untersuchen konnte, ausserordentlich grosse vielzellige Drüsen, die an Grösse die des Sipunculus nudus L. 4—5 mal übertreffen. Zweizellige Drüsen konnte ich nicht bemerken, wohl aber Hautkörper die mit Nervenästen in Verbindung standen. Integumentalkanäle habe ich auf Querschnitten durch den Mittelkörper und die Eichel gesehen, sie durchsetzen nicht blos die Cutis, sondern auch die Ring- und Längsmuskelschicht, so dass ihr Zusammenhang mit der Leibeshöhle, der auch schon von Selenka konstatiert worden ist, nicht zweifelhaft sein kann. Dass die Blutkörperchen des Gefässsystems von denen der Gewebslücken verschieden seien, wie dieser behauptet, konnte ich nicht finden.

Bohol. (Semper. 1 p. 111) und Mazatlan.*)

Sipunculus titubans, Sel & Bülow.

Die beiden vorhandenen Exemplare zeigen betreffs der äusseren Körperform und -Farbe keinerlei Abweichungen von der Diagnose Selenka's; in Bezug auf die anatomische Beschaffenheit kann ich indessen seine Beschreibung in einigen Punkten vervollständigen. Eines der Tiere hat vorn 27, das andere 26 Längsmuskelstränge, hinten zählte ich aber deren 32. Anastomosen beobachtete ich an der Ansatzstelle der ventralen Retraktoren und kurz vor dem After. Die ventralen Retraktoren entspringen bei einem der Tiere aus dem 3.—5., bei dem anderen aus dem 1.—5. Längsmuskelbündel jederseits; die dorsalen breiten sich bei dem ersterwähnten Tiere über den 9.—12., bei dem zweiten über den 8.—13. Muskelstrang aus.

Ein Spindelmuskel, der (1 p. 101) als fehlend angegeben ist, ist zweifellos vorhanden, wie an beiden Exemplaren konstatiert werden konnte. Er setzt etwa 4 mm. über dem After an und ist innerhalb der Darmwindungen deutlich zu sehen; der Enddarm wird indessen von ihm nicht an das Körperende befestigt. Auch ein kugeliges Divertikel wurde in einer Entfernung von 8—9 mm. vor dem After bemerkt. Der Schlund besitzt, wie Selenka vermutet, zwei kontraktile Schläuche. Die Segmentalorgane münden auch bei den vorliegenden Tieren zwischen dem 4. und 5. Längsmuskelbündel nach aussen und sind in ihrer vorderen Hälfte durch ein Mesenterium befestigt.

Der Nervenstrang ist ähnlich wie bei Sipunculus nudus L. im vorderen Teile vom Körper abgehoben. Von den Commissuren des Schlundrings treten 8 Nervenäste in den Rüssel ein, ungefähr 17 andere gehen zur Körperwand, alle sind gleich dick.

Madagaskar, Nossi-Bé.*) (A. O'Swald). St. José di Guatemala.*) (Pässler).

Sipunculus titubans, Sel & Bülow var. diptychus. (Fig. 3).

Diese Varietät des Sipunculus titubans Sel & Bülow wurde von Hupfer bei Accra in einer Tiefe von 4,5 Faden gefunden. Die Grösse der Individuen variiert von 3—3,5 cm., die Dicke von 4—5 mm., der ausgestreckte Rüssel misst 6—7 mm. Der Körper ist in der Mitte grünlichbraun, nach den Enden zu heller gefärbt, am hellsten ist die Eichel, die dadurch deutlich von dem dunkleren hinteren Körperteile abgesetzt ist, und das Vorderende des Körpers bis zum After und noch einige mm. über den After hinaus. In der Höhe desselben finden sich häufig feine schwarze Streifen. Die Cuticula irisiert überall, am schönsten namentlich in den beiden erwähnten helleren Partieen. Feine Längs- und Querstreifen sind am ganzen Körper zu sehen, am schärfsten treten die Längsstreifen hervor. Die zwischen den Ringmuskeln liegenden Hautwülste sind schmäler als die zwischen den Längsmuskeln liegenden, so dass die Integumentalfelder Rechtecke bilden, die breiter als lang sind. An der Eichel treten zwei sich gegenüberstehende Hautfalten über die Oberfläche des Körpers hervor (Fig. 3.). Papillen von dreieckiger Form bedecken den Rüssel; im vorderen Teile desselben sind sie ziemlich gross und stehen weitläufiger als im hinteren Teile, wo sie dichtgedrängt den Rüssel vollständig bedecken.

Die Anordnung der Tentakel ist die des Sipunculus titubans Sel & Bülow, es finden sich auch hier dorsal 2 grössere, vielfach gespaltene Lappen und ventral mehrere kleinere.

Längsmuskelstränge zählte ich vorn 30, hinten 32—33. Die 4 Retraktoren entspringen in gleicher Höhe, die ventralen vom 2.—5., die dorsalen dagegen vom 11.—14. Längsmuskelbündel; sie vereinigen sich erst unfern der Tentakel. Der Schlund ist nicht wie bei Sipunculus titubans Sel und Bülow an alle vier Rückziehmuskel befestigt, sondern war hier nur den dorsalen Retraktoren angeheftet, indessen fand ich auch bei einem der untersuchten Exemplare der eben erwähnten Species einen der dorsalen Retraktoren vollkommen frei.

Ein Spindelmuskel, der kurz vor dem After ansetzt, ist vorhanden, desgleichen 2 kontraktile Schläuche. Der Darm ist überall, auch am hinteren Ende, durch Befestiger an die Körperwand geheftet.

Was den histologischen Bau der Haut anbetrifft, so finden sich, ähnlich wie bei Sipunculus indicus, zweizellige und vielzellige Drüsen von fast gleicher Grösse vor. Die zweizelligen Drüsen sind besonders zahlreich in den Papillen des Rüssels. Auch Integumentalhöhlen durchsetzen die bindegewebsartige Cutis; sie füllen fast die ganze Wölbung der Haut zwischen je zwei Längsbündeln aus und sind mit Blutkörperchen angefüllt. Die Cutis enthält viele längliche Kerne, die überall deutlich hervortreten, grössere helle Zellen habe ich nicht bemerkt.

Westafrika, Accra;*) $4^1/_2$ Faden (Hupfer).

Sipunculus robustus, Kef.

Von den von mir näher untersuchten beiden Tieren zeigt das von Apia auf Upolu stammende überall in der Körperhaut die in der Beschreibung Selenka's erwähnten ringförmig angeordneten Pigmentstreifen. Die ventralen Retraktoren entspringen bei dem

einen Exemplare vom 2.—4., bei dem anderen vom 3.—5. Längsmuskelbündel; die dorsalen nehmen ihren Ursprung vom 9.—11., resp. vom 9.—12. Muskelstrange. Aehnliche Differenzen zeigt die Varietät von Amboina (1 p. 99).

Die Haut besteht aus einer lamellösen Cuticula, einer schmalen Zone von fast quadratischen Hypodermiszellen und einer stark entwickelten Cutis, die grosse helle Zellen mit Kernen und feinkörnigem Inhalt enthält. Diese erreichen oft die 5—10-fachen Dimensionen der Blutkörperchen der Leibeshöhle (Fig. 4 hz), während sich andrerseits auch solche von der Grösse der Blutkörperchen (Fig. 4 bl) finden.

Ausserdem birgt die Haut, besonders die der Körpermitte, massenhaft vielzellige Drüsen, die dicht neben einander gelagert sind, hier und da finden sich auch zweizellige Drüsen. Nervenendorgane kommen hier gleichfalls in der von Jourdan beschriebenen Form vor; die an ihr unteres Ende ansetzenden vielfach verzweigten Nervenäste lassen sich durch Alaunkarmin sehr schön dunkelrot färben und heben sich dadurch deutlich von der helleren Cutis ab. Die Integumentalkanäle füllen hier, ähnlich wie bei der vorigen Art, die Erhebungen der Haut zwischen je 2 Längsmuskelbündeln vollständig aus.

Uwea (1 p. 99) Pelew Ins. Upolu.*) Apia auf Upolu.*)

Sipunculus australis, Kef.

Das im Museum vorhandene einzige Exemplar (von Viti) misst 36 cm., davon kommen 7 cm. auf den Rüssel. Die Beschreibung, welche Selenka (1 p. 91) von dem Wurme giebt, entspricht vollständig den hier vorliegenden Verhältnissen. Auch in Bezug auf die Befestiger kann ich seine Beobachtungen bestätigen, sie entspringen dicht hinter dem After, nach Keferstein vor dem After.[7])

Die Cuticula ist ziemlich dick und deutlich geschichtet, die Schichten sind häufig wellig gebogen (Fig. 5 c). Ihr folgt eine sehr schmale Zone von Hypodermiszellen (hp) und diesen eine bindegewebsartige Cutis (ct), in der hier und da kleine Kerne, aber keine hellen Zellen zu sehen sind. Auch viele Integumentalkanäle (Ith), die wie bei anderen Sipunculusarten mit Eiern und Blutkörperchen vollgestopft sind, sind in dieser Schicht sichtbar. In den warzenartigen Erhebungen des Rüssels und der Eichel, die Hautkörper genannt werden, sind diese Kanäle oft ausserordentlich weit, oder es finden sich hier mehrere dicht neben einander, so dass die ganze Ausstülpung von ihnen angefüllt wird. Es sind also diese Erhebungen keineswegs den Hautkörpern der übrigen Sipunculiden, die entweder Drüsen oder gleichzeitig Drüsen und nervöse Elemente enthalten, gleichzustellen. Sie haben eine ganz andere Aufgabe als diese, man kann sie wohl eher als rudimentäre Kiemenfortsätze betrachten. Hautdrüsen konnte ich nicht sehen. Den Sinnesorganen ähnliche Gebilde beobachtete ich im vorderen Teile des Rüssels. Viti.

Das Museum besitzt ferner noch folgende Sipunculus-Arten:

Sipunculus indicus, Peters.

von Ostafrika, Tumbatu (Dr. Stuhlmann.) (Jahrbuch der Hamb. wissensch. Anstalten IX. 2 und X. 1) und Mozambique.

---

[7]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XV, Taf. XXXV, Fig. 12.

Sipunculus cumanensis vitreus, Sel und Bülow.

Uhoy (Semper.)

Sipunculus cumanensis opacus, Sel und Bülow.

Ostafrika, Kokotoni*) (Dr. Stuhlmann.) Jb. Hamb. w. Anst. IX. 2.
Madagaskar, Nossi-Bé*) (O'Swald); Mauritius; Palau.*)

Sipunculus Gouldii, Pourtalès.

Massachusets (Agassiz.)

Sipunculus phalloides, Pallas.

Barbados (1 p. 100), Westindien.

Sipunculus tesselatus, Costa.

Messina (Krohn); zoöl. Station zu Neapel.

Sipunculus nudus, L.

Zool. Station zu Neapel. Havanna.*)

Aus den hier und früher verzeichneten Fundortsangaben lässt sich ersehen, dass Sipunculus robustus Kef. ausser in den Antillen, auch im australischen und malayischen Archipel (Timor) (1. p. 99) vorkommt. Sipunculus titubans Sel und Bülow ist nicht bloss an der Ostküste Mittelamerika's (St. Jose di Guatemala und Puntarenas) sondern auch in Afrika (Nossi-Bé und Accra) zu finden. Sipunculus boholensis hat sich von den Philippinen bis nach der Ostküste Mittel-Amerika's (Mazatlan) ausgebreitet.

Genus: **Phymosoma.**

Phymosoma granulatum F. S. Leuck.

Bei einem aus Nizza stammenden Tiere beobachtete ich Haken, die denen des Phymosoma scolops Sel & de Man sehr ähnlich sind (Fig. 6). Es findet sich in diesen nämlich, wie bei der erwähnten Art, neben der hellen die Mitte durchziehenden Linie, ein dreieckiger heller Fleck am vorderen Rande desselben, auch der Verlauf der hellen Linie entspricht den bei Phymosoma scolops abgebildeten Verhältnissen (1. Taf. X Figur 139 u. 144), die Zeichnung der Papillen indessen denen des Phymosoma granulatum (1. Tafel X Fig. 151). Da, abgesehen von der Beschaffenheit der Haken, der Anzahl der Hakenringe, die je nach dem Alter sehr variabel ist und der Grösse und Anordnung der Plättchen auf den Papillen Unterschiede weder in der äusseren Form noch in der anatomischen Beschaffenheit beider Species existieren — die bei Phymosoma scolops erwähnte (1. p. 76) Spaltung des Befestigers in 2 Aeste, von denen der eine sich am Schlunde, der andere am Enddarme inseriert, habe ich bei Phymosoma granulatum gleichfalls konstatieren können — so scheint mir die Aufrechterhaltung der Art Ph. scolops nicht mehr möglich zu sein.

Die grosse Aehnlichkeit beider Arten giebt auch Selenka (1. p. 82) zu: „Diese Art ist dem Phym. scolops sehr ähnlich, scheint mit diesem stammverwandt und ist offenbar während der früheren Kommunikation des Mittelmeers mit dem roten Meere aus diesem in jenes eingewandert". Ich fasse demnach Phymosoma scolops als Varietät von Phymosoma granulatum auf.

Nizza*) (A. Meyer); zool. Station zu Neapel.

Phymosoma granulatum scolops Sel u. de Man.

Ein beim Old Fort Brandenburg gefundenes Exemplar hat eine Körperlänge von 3 cm. Es gleicht äusserlich vollkommen dem in 1. Taf. II. Fig. 17a abgebildeten Tiere, auch die Haken entsprechen der dort befindlichen Fig. 139 (Taf. X). Die ventralen Retraktoren entspringen vom 1.—6., die dorsalen etwa 2 mm. vor der Ansatzstelle derselben vom 4., 5. und 6. Längsmuskelbündel. Die Segmentalorgane sind fast ganz angewachsen, nur das letzte Viertel frei.

Westafrika, Old Fort Brandenburg.*) (Dr. Brauns). Ostafrika, Baui.*) (Stuhlmann) (Jahrbuch IX2).

Phymosoma Agassizii. Kef.

Das von mir bestimmte Tier aus Ambrizetta hat eine dicke hellgelbliche Haut. Der Rüssel ist etwas dunkler gefärbt als der eigentliche Körper, am Grunde desselben sieht man mehrere bräunliche Flecke. Die Papillen sind an der Rüsselbasis und am Körperende grösser, an der Bauchseite kleiner als am übrigen Körper. Die die Ausmündungsöffnung derselben umgebenden Plättchen liegen zerstreut und sind ziemlich gross wie bei der Varietät Phym. Ag. Puntarenae. Auch die von Keferstein bei dieser Spielart gezeichneten Haken (6; Bd. XVII Taf. VI. Fig. 4 u. 8) entsprechen denen der vorliegenden Art; desgleichen die zwischen den Rüsselhaken befindlichen Papillen. Hakenreihen zählte ich 15—16. Die amtomische Beschreibung zeigt keine Abweichung von der Beschreibung Kefersteins. Bei den Segmentalorganen ist etwa das letzte Achtel frei.

Westafrika, Ambrizetta*) (Hupfer) und Ponape.

Phymosoma nigrescens. Kef.

Die von den verschiedensten Fundorten stammenden Tiere haben fast alle eine bräunliche Farbe, nur eines derselben (von den Carolinen) ist heller gefärbt. Die Rückenseite des Rüssels trägt fast immer mehrere dunkle Halbbinden, die mit lichter gefärbten schmalen Streifen abwechseln; an der des Körpers finden sich häufig schwarze Flecke. Bei den Exemplaren aus Nossi-Bé sind zwischen den dunkelbraunen Papillen hier und da schwarze zu finden. Die Papillen der Tiere von den Palau und den Carolinen besitzen einen zentralen hellen Hof, der von sehr kleinen Körnern umstellt ist, (1 Taf. IX Fig. 134) während bei denen aus Afrika (von Prampram und Nossi-Bé) sich um diesen Hof herum mehrere Reihen ziemlich grosser Plättchen befinden, wie sie Selenka bei der Lokal-Varietät von Mauritius abbildet. (1 Taf. IX Fig. 136).

An Hautpräparaten des bei den Carolinen gefundenen Exemplares konnte man deutlich keulenförmige Drüsen innerhalb der Hautkörper beobachten. Querschnitte durch

diese haben grosse Aehnlichkeit mit denen, die Jourdan[8]) von Phascolosoma elongatum Kef. abbildet.

Innerhalb der Papillen des Körpers (Fig. 15) sieht man hier in die Cuticula (c) eingesenkte Hohlräume, die sich nach unten stielartig verlängern. Diese sind von keulenförmigen, oft dicht gedrängt stehenden Drüsenzellen (Fig. 15 dr.) und einer Nervenschicht (nsch) ausgefüllt. Durch den stielartigen Fortsatz, dessen Wände von Hypodermiszellen (hp) ausgekleidet werden, tritt von der Ringmuskelschicht und Cutis her ein Nerv (n), der, wie es scheint, durch Seitenäste (sn) mit den benachbarten in Verbindung steht. Axenschnitte zeigen, dass der Nerv sich der Wandung des Hohlraums an der Seite anlegt, wo die Nervenschicht sich befindet (cf. 8 Taf. 1 Fig. 6.). In unserer Figur 15, die einen Achsenschnitt vorstellt, der auf der Schnittrichtung des von Jourdan gezeichneten senkrecht stehen würde, durchsetzt der Nerv die Mitte des Stieles und breitet sich, nachdem er in das Follikel eingetreten ist, fächerförmig aus. Feine Fasern dieses Fächers strebten allerdings nach der Nervenschicht zu, sodass es sehr wahrscheinlich ist, dass sie sich hier an die Nervenstäbchen ansetzen, ich konnte indessen den Zusammenhang derselben mit den Stäbchen trotz vielfacher Bemühungen nicht konstatieren. Jourdan, der hierin gleichfalls keinen Erfolg hatte, vermutet, um sich diese vergebliche Arbeit zu erklären, dass der Nerv nach seinem Eintritt in das Follikel sich krümme, um dann erst an die Nervenschicht heranzutreten.

In den Papillen des Rüssels (Fig. 14 P.) dagegen gelang es mir, das Herantreten des Nervenastes an die Stäbchen zu beobachten. Hier verschwinden die Drüsenzellen (dr) fast ganz, während die Nervenstäbchen (Fig. 14 nsch) massenhafter werden, wie es auch von Jourdan beobachtet wurde: „Dans cette région des téguments le nombre et le volume des éléments de secretion diminuent, les cellules sensitives constituent une masse plus importante.“ Auf Querschnitten des Rüssels zeigen die hier längsgeschnittenen Papillen einen Hohlraum, dessen oberer Teil fast vollständig von Nervenstäbchen (nsch) ausgefüllt ist, einige durchsichtige schützende Drüsenzellen (dr) scheinen die Nervenschicht zu umgeben. Die Anordnung der Stäbchen und Drüsen erinnert lebhaft an diejenige der Nervenendorgane von Sipunculus nudus und S. indicus. Es war hier deutlich ein feiner Nerv zu beobachten, der von unten her an diese Schicht herantrat (n). Die Spitze der Papillen ist jederseits von einer halbkreisförmigen Cuticularverdickung (Mündungskörper) begrenzt (Fig. 14 u. 14a, cv.). Sinneshaare habe ich auf Querschnitten nicht bemerkt, vermute aber, dass die an Flächenpräparaten zwischen den Mündungskörpern sichtbaren feinen Stäbchen solche (Fig. 14a., st.) vorstellen. Es würde dann der Mündungskörper die schützende Hülle für diese zarten Organe repräsentieren. Die Haken besitzen die 1. Taf. IX Fig. 130 gezeichnete Form; die der afrikanischen Tiere sind etwas niedriger und besassen stärker gekrümmte und längere Spitzen als die der Palau und Carolinen, ich habe aber bei keinem derselben eine Zeichnung, wie sie ebenda Fig. 135 bei a zeigt, bemerkt. Hinter den Hakenreihen fanden sich bei einem Exemplare (aus Nossi-Bé) einzelne Haken nicht blos in der vorderen Rüssel-

[8]) Annales des sciences naturelles (Tome XII 1891 Taf. I Fig. 6 u. 7).

hälfte (1 p. 74), sondern über den ganzen Rüssel verteilt. Bei zweien der Palau konnte ich die von Selenka für Phymosoma granulatum (1 p. XVI) sowie neuerdings von Shipley[9]) für Phymosoma varians Kef. angegebene Anordnung der Tentakel konstatieren. Eine als Ringfalte ausgebildete Unterlippe war gleichfalls vorhanden.

Die Längsmuskeln vereinigen sich nicht immer dicht vor dem After, sie verschmelzen bei einigen Tieren erst 3—4 mm, bei einem derselben sogar erst 1,5 cm. hinter dem After.

Westafrika, Prampram,*) (Hupfer);
Madagaskar, Nossi-Bé*);
Carolinen*); Palaos und Viti (Keferstein) (1 p. 74).

Phymosoma pectinatum. Kef.

Selenka, der einige der Exemplare unseres Museums untersuchte (1. p. 66 u. 67), erwähnt, dass die Segmentalorgane derselben in ihrer vorderen Hälfte durch ein Mesenterium mit der Körperwand verbunden wären. Bei einem der Tiere unserer Sammlung waren diese indessen vollständig frei, wie der erwähnte Autor es bei einem indischen Exemplar und Keferstein es bei einem solchen aus Panama gefunden hat, so dass diese Abweichung wohl nur als Abnormität aufgefasst werden kann.

Barbados. (Ehrhardt) (1 p. 67).

Das Museum besitzt auser den beschriebenen noch folgende Arten:

Phymosoma japonicum Gr.

De Castries Bay; Sidney und Neu-Britanien.*)

Phymosoma pacificum. Kef.

Von den Marquesas*); Camiguin (Semper); Upolu*) und Palaos.*)

Phymosoma lurco Sel u. de Man.

Von Manilla (Semper) und Rockhampton.*)

Phymosoma Antillarum. Grube und Oerst.

Surinam. (1 p. 58). Westindien (Krech).

Phymosoma asser. Sel u. de Man.

Von Mozambique*) (Philippi).

Aus den verzeichneten und früher angegebenen Fundorten erhellt, dass das Hauptverbreitungsgebiet der Phymosomen wahrscheinlich der malayische Archipel und der indische Ocean ist. Phym. pectinatum, nigrescens und Agassizii kommen in allen tropischen Meeren vor. Phym. pacificum ist bis jetzt nur im grossen und indischen Ocean aufgefunden worden. Phym. granulatum scolops, gleichfalls in den beiden genannten Meeren verbreitet, kommt auch im atlantischen Ocean (Old Fort Brandenburg) vor. Phym. lurco und Phym. japonicum, das erstere bis jetzt nur aus dem malayischen Archipel, das letzte nur aus den japanischen Meeren bekannt, leben auch an den Küsten Australiens. Phym. asser, das nach Selenka Phym. Antillarum in den indischen Meeren vertritt, ist ausser bei Batjan auch bei Mozambique gefunden worden.

[9]) Journ. of Microsc. Soc. 1889. p. 642—43.

Genus: **Phascolosoma.**

Phascolosoma Semperi. Sel & de Man.

Der Körper ist von birnenförmiger Gestalt, das Hinterende desselben mit einer kurz abgesetzten Spitze versehen. Die Papillen des Körpers und auch des Rüssels sind meist keulenförmig, selten cylinderisch, an der Rüsselbasis sind sie kleiner als am übrigen Körper. Haken fehlen. Die Retraktoren legen sich, wie Selenka dies beschreibt, (1 p. 37), in der Körpermitte zu einer Rinne zusammen, in der der geschlängelte Oesophagus verläuft. An der Uebergangsstelle desselben in den Darm, die bei dem vorliegenden Tiere nicht allzukurz ist, ist das kontraktile Gefäss mit zahlreichen Blindsäcken besetzt.

Fernando-Po.*) (Hupfer).

Phascolosoma lagense nov. spec.

Das einzige Exemplar nach welchem ich diese neue Art aufstelle, war wohl erhalten, es hat eine Körper- sowie Rüssellänge von ca. 1 cm. Der Körper ist etwa 3—4 mal so lang als dick, hinten in eine kurze scharfe Spitze ausgezogen. Am Hinterende (einschliesslich Spitze) bemerkt man bei Lupenvergrösserung, ähnlich wie bei Phascolosoma antarcticum Mich. deutliche Querringel und feine Längsstreifen. Der Körper ist braunschwarz mit grünlichem Schiller, der Rüssel und das Hinterende des Körpers, ausschliesslich Spitze, heller gefärbt. Die Haut ist ziemlich fest, inwendig bräunlich glänzend, die Cuticula mit Streifensystemen versehen.

Die Papillen, welche alle keulenförmige Gestalt haben und von hellen Höfen umgeben sind (Fig. 7 u. 8), können mit blossem Auge nicht erkannt werden; am grössten und zahlreichsten sind sie am Hinterende (Fig. 7), wo sie auch heller gefärbt sind als am übrigen Körper (Fig. 8). Im Rüssel nehmen sie an Grösse allmählich ab, bis sie im vorderen Teile desselben ganz verschwinden. Hier sind nur Hautkörper und unregelmässige Quer- und Längsfalten zu sehen; die Hautpartieen zwischen diesen scheinen blasig aufgetrieben zu sein.

Von den 4 ziemlich starken Retraktoren entspringen die ventralen am vorderen Rande des hinteren Körperdrittels nahe am Bauchstrang, die dorsalen am vorderen Rande des mittleren Körperdrittels in bedeutend grösserer Entfernung vom Bauchstrang als die ventralen Retraktoren und fast genau in der Mitte zwischen der Ansatzstelle dieser Retraktoren und der Afteröffnung. Der Schlund, der dem linken ventralen Retraktor angeheftet ist, biegt, sich vom Retraktor entfernend, spitzwinkelig um und geht in die Darmspirale über. Auf ihm verläuft bis zur Höhe der Ansatzstelle der dorsalen Retraktoren das kontraktile Gefäss. Der Darm, der hellbraun gefärbt ist, zeigt ca. 20 Doppelwindungen, einen Spindelmuskel konnte ich nicht bemerken, ein Befestiger der ersten Darmwindung schien vorhanden zu sein. Die Segmentalorgane, welche gleiche Farbe wie der Darm haben, sind vollkommen frei, von halber Körperlänge. Ihre Mündung liegt auf gleicher Höhe mit dem After, der äusserlich auf einer papillenartigen Erhebung ausmündet.

Phascolosoma lagense steht dem Phasc. antarcticum Mich. und Phasc. capense Teuscher nahe. Von ersterem unterscheidet es sich durch die Körperfarbe und den tieferen Ansatz

der Retraktoren, von letzterem besonders dadurch, dass der Oesophagus nicht in seiner ganzen Länge von dem kontraktilen Schlauche begleitet ist. Es würde, wenn beide genannten Arten sowie Phasc. fuscum Mich. Ph. capsiforme. Baird und Phasc. papillosum Thompson nach dem Vorschlag Michaelsen's als Unter-Arten von Phasc. margaritaceum Sars aufgefasst würden, diesen beizuordnen sein.

Lagos,*) (Garke).

Phascolosoma lobostomum. Grube nov. spec.

Das aus dem Museum Godeffroy stammende Tier war mit vorstehendem Artnamen bezeichnet, eine Beschreibung desselben ist vom Autor leider nicht veröffentlicht worden, auch das Manuskript war mir nicht zugänglich.

Der Körper ist 2 cm., der Rüssel 1,5 cm. lang. Die Breite des Körpers beträgt 4 mm., die des Rüssels hinten 1 mm., vorn etwa 1,5 mm. Die Haut ist überall dünn und durchsichtig, das stumpfe Hinterende gelblich, der vordere Teil des Körpers und der untere Teil des Rüssels hell-bräunlich gefärbt.

Die Papillen treten durch ihre dunklere Farbe besonders am Hinter- und Vorderende des Körpers, sowie an der Rüsselbasis deutlich hervor; hier sind sie auch bedeutend grösser als am übrigen Körper. Sie haben die Form eines abgestumpften Kegels (Fig. 9). Die Anordnung der Plättchen auf ihnen zeigt Fig. 10. Hakenreihen finden sich viele, sie nehmen fast die halbe Rüssellänge ein. Die Haken (Fig. 11) sind ungefähr so breit wie hoch, durchsichtig mit scharf umgebogener Spitze und einer abgerundeten Nebenspitze (Fig. 11). Zwischen ihnen finden sich Papillen von der Form der des Phym. Agassizii Kef. Die Tentakel scheinen bündelweise vereinigt zu sein, 8—10 kleinere und 2 grössere konnte ich bemerken. Von den 4 Retraktoren setzen die ventralen mit ziemlich breiter Basis etwas unterhalb der Körpermitte in nächster Nähe des Nervenstranges an, die dorsalen entspringen am Ende des ersten Körperviertels in etwas grösserer Entfernung vom Bauchstrange als diese. Sie vereinigen sich erst ganz vorn im Rüssel. Die schwarzbraunen Segmentalorgane, ungefähr von 1/4 Körperlänge, erstrecken sich bis an den Ursprung der dorsalen Retraktoren und sind in der hinteren Hälfte frei. Die Afteröffnung liegt etwa 1 mm. vor der Mündung der Segmentalorgane. Ein Befestiger der ersten Darmwindung ist vorhanden, desgleichen ein Spindelmuskel, der vor dem After ansetzt und auch den Enddarm an die Körperwand befestigt.

Somoa.*)

Von andereren Phascolosomen besitzt das Museum:

Phascolosoma Lilljeborgi, Kor. & Dan.

Spitzbergen*) (Kükenthal).

Phascolosoma abyssorum, Kor. & Dan.

Spitzbergen*) (Kükenthal).

Phascolosoma capense, Teuscher.

Cap der guten Hoffnung.

Phascolosoma capsiforme, Baird.

Smyth Channel (Petersen) u. Uschuaia*), Isl. Picton*), Port. Stanley*), Punta Arenas*) (Michaelsen).

Phascolosoma margaritaceum Sars.

Port Vladimir (Horn). Norwegen (Zool. Ges.) (dieses Exemplar ist silberweiss mit rotgelbem Vorder- und Hinderende).

Phascolosoma vulgare, Blainv.

Nordsee; Nizza (A. Meyer); Villa Franca.

Phascolosoma antarcticum. Michaelsen.

Süd-Georgien (Polar Comm., v. d. Steinen.)

Phascolosoma fuscum. Michaelsen.

Süd-Georgien (Polar Comm.. v. d. Steinen).

Phascolosoma georgianum. Michaelsen.

Süd-Georgien (Polar Comm., v. d. Steinen).

Die den nordischen Meeren angehörigen Phasc. Lilljeborgi und Ph. abyssorum waren bis jetzt nur von Bergensford und von der Westküste Schwedens bekannt, sie kommen also, wie zu vermuten war, auch in höheren Breiten vor. Die Fundorte des Phasc. Semper [Phillipinen, Uhoy (1 p. 38); Fernando-Po.] lassen darauf schliessen, dass diese Art auch an der Ostküste Afrikas verbreitet sein dürfte.

Genus: Phascolion.

Phascolion abnorme. nov. spec.

Figur 12.

Die von Kap Agulhas-Bank stammende Art ist nur in einem Exemplar vorhanden. Der Körper ist 1,5 cm. lang, 5 mm. breit, der gelblich gefärbte Rüssel ist etwas länger als der Körper, am Grunde breiter als im mittleren Teile und an der Spitze keulenförmig angeschwollen. Diese ist mit unregelmässig angeordneten, stumpfen, gelblichen Haken besetzt (Fig. 13), die denen des Phascolion collare Sel et de Man (1 Taf. VI Fig. 74) ähnlich sind. Tentakeln sind 30—35 vorhanden.

Der halbkreisförmig gebogene Körper ist überall ziemlich gleichmässig dick, die Rückenseite etwas dunkeler als die helle, durchsichtige Bauchseite. Das Vorderende des Körpers ist in einer Breite von ca. 1 mm. gelblich gefärbt und mit kleinen, ziemlich dicht stehenden Papillen besetzt, dann folgt ein etwa 2,5 mm. breiter, von der ersten Hautpartie

scharf abgesetzter fast weisser Ring, dessen Papillen bedeutend grösser als die des Vorderendes sind und so dicht stehen, dass sie die Haut fast vollständig bedecken. Hinter dieser Zone entsprechen dieselben in Form und in Farbe anfangs denen der ersten Zone, werden aber allmählich heller und stehen weitläufiger. In der hinteren Körperhälfte endlich nehmen die des Rückens und der Seiten die Form von Haftpapillen an. Sie haben hier die Grösse der in dem weissen Ringe befindlichen, sind nach vorn gerichtet und an ihrer Aussenseite mit einer Vertiefung versehen. Ihre Peripherie besitzt eine fast kreisförmige dunkele Cuticularverdickung. Das ziemlich stumpfe Hinterende zeigt in einer Breite von 2—3 mm. keine Papillen mehr und ist durch feine Ring- und Querfurchen gefeldert.

Merkwürdig ist die Form der Retraktoren. Es sind deren zwei vorhanden, der eine (r), sehr breite entspringt ganz am Hinterende, seine Ansatzstelle wird vom Bauchstrang durchquert. Er sendet, wie Fig. 12 zeigt, in der Mitte des Körpers zwei dünne seitliche Aeste ab, die, nachdem sie sich vereinigt haben, im unteren Teile des Rüssels Fig. 12*) wieder mit dem Hauptstamm verschmelzen. Es ist anzunehmen, dass dieser breite Rückziehmuskel durch Verschmelzung der beiden ventralen und des einen dorsalen Retraktors entstanden ist. Der schmälere Retraktor (r') entspringt nur wenige Millimeter über der Ansatzstelle des grösseren links vom Bauchstrang. Der lange Oesophagus ist schon an der Ansatzstelle des schmalen Muskels diesem durch Mesenterien angeheftet, entfernt sich dann wieder von ihm, um etwas über der Körpermitte fast vollständig mit ihm zu verschmelzen. Der so mit dem Oesophagus vereinigte Retraktor verläuft, sich spiralig um den breiteren windend (r'), bis zum Munde, wo er sich erst mit dem andern vereinigt. Der Oesophagus ist von zwei feinen kontraktilen Schläuchen begleitet. Der Darm, welcher ähnlich wie bei Phascolion lutense Selenka abweichend von den übrigen Arten ca. 20 Spiralwindungen zeigt, ist am hinteren Ende durch einen starken Befestiger (bf), der hinter dem dorsalen Retraktor ansetzt, der Körperwand angeheftet. Auch an den ersten Darmwindungen scheinen mehrere Befestiger vorhanden gewesen zu sein. Der Enddarm, welcher abgerissen war, mündet wahrscheinlich in der Mitte des Körpers aus, das kurze rechtsseitige Segmentalorgan (sg), das 6—8 feine Befestiger hat, über der Körpermitte. Der Nervenstrang (nst) ist im oberen Teile des Körpers ziemlich dick, deutlich sieht man hier feine Aeste sich nach beiden Seiten hin von ihm abzweigen.

Kap Agulhas Bank.*) (Schneehagen).

Phascolion Hupferi nov. spec. (Fig. 16)

Bei der in einer Oliva-Schale gefundenen Art war der Körper spiralig aufgerollt, der Rüssel — wenn hierunter der ganze ausstülpbare vordere Körperteil verstanden wird — gestreckt und von Körperlänge; andernfalls wäre, da der After wie bei Phasc. manceps Sel et de Man weit nach vorn gerückt ist (Fig. 16 af), der Rüssel kurz zu nennen. Er hat eine schmutzigweisse Farbe; Rüsselbasis und der vordere Körperteil sind gelblich, bisweilen auch bräunlich gefärbt. Die Haut dieser dunkler gefärbten Teile ist ziemlich fest, die des übrigen Körpers dagegen dünn und durchsichtig, so dass der durchschimmernde Darm ihr eine schwärzliche Farbe verleiht. Haken fehlen. Die Hautkörper des Rüssels

und des vorderen Körperteils sind dunkel pigmentiert und von einem hellen Hofe umgeben (Fig. 17). Die des Rüssels stehen ziemlich dicht und sind kleiner als die des Körpers, welche heller gefärbt sind, so dass die Drüsen deutlich durch die Haut schimmern (Fig. 18). Auf ihnen sitzen kleine birnenförmige schwer sichtbare Papillen.

Der Mund ist von ca. 40 Tentakeln umgeben, die in ihrer oberen Hälfte braunrot gefärbt sind. Der Oesophagus ist dem breiten Retraktor (Fig. 16 r), der im mittleren Körperdrittel entspringt, angeheftet und besitzt einen kontraktilen Schlauch ohne Blindsäcke; auch ist er, ebenso wie der Darm, an verschiedenen Stellen durch Befestiger (Fig. 16 bf) an die Körperwand geheftet. Der Darm nimmt den in Fig. 16 ersichtlichen Verlauf. Der Enddarm ist von x an bis zum After (af) der Wandung des Körpers und Rüssels fest angewachsen. Die Segmentalorgane, ungefähr von 1/4 Körperlänge, waren hinten fest, in der Mitte frei. Das Tier scheint dem Phascolion collare Sel & de Man nahe zu stehen, unterscheidet sich von diesem jedoch durch das Fehlen der langen Zotten des kontraktilen Schlauches und die abweichende Beschaffenheit der Papillen der Rüsselbasis und des hinteren Körperteils.

Westafrika*) — Cape Mount, 6 Fd. Salzwasser; Boguma, Flusswasser, beinahe frisch; Muculla, 6 Fd.; Viktoria, 6 Fd. — (Hupfer).

Phascolion hedraeum. Sel & de Man.

Das vorliegende Exemplar entspricht in der Körperform und Farbe der Beschreibung Selenka's, nur ist das Hinterende ebenso wie das Vorderende des Körpers gelblich gefärbt. Der grösste Teil des Körpers ist mit nach hinten gerichteten Stacheln bedeckt, vorn und hinten fehlen diese Stacheln, man beobachtet, wie der oben erwähnte Autor behauptet, hier nur Hautkörper, die indessen bei unserem Tiere sehr verschiedene Gestalt haben. Die in der Höhe des Afters stehenden sind birnenförmig, oben mit fingerförmigen Fortsätzen versehen (Fig. 20), die des Hinterendes (Fig. 21) kegelförmig, ähnlich denen, die Selenka bei Phascolion lutense Selenka zeichnet. Die Haken (Fig. 19) sind kürzer als die 1. Taf. VI Fig. 89 gezeichneten. Die Wurzeln der beiden Retraktoren sind wahrscheinlich infolge stärkerer Kontraktion kürzer und massiger als auf der erwähnten Abbildung. Der Verlauf des Darmes deckt sich vollständig mit der Beschreibung Selenka's. Der Befestiger am hinteren Ende entspringt hier nicht zwischen den Wurzeln des ventralen, sondern zwischen denen des dorsalen Retraktors. Die beschriebene Art würde wegen der abweichenden Form der Papillen des Hinter- und Vorderendes und der kürzeren Stacheln wohl als Lokalvarietät zu betrachten sein.

Süd-Japan.*) (Schedel).

Phascolion strombi, Mont.

Karisches Meer*); Spitzbergen (Kükenthal).

Phascolion-Arten sind meines Wissens bis jetzt aus den afrikanischen Meeren noch nicht bekannt, wie überhaupt die Gephyreen-Fauna derselben noch wenig erforscht ist.

Genus: Dendrostoma.

Dendrostoma signifer. Selenka & de Man.

Philippinen (Semper); Rockhampton*).

Dendrostoma alutaceum, Grube.

Rio de Janeiro. (Selenka).

Genus: Aspidosiphon.

Aspidosiphon venabulum Sel & Bülow.

Diese Art scheint nach den zahlreichen unten aufgezählten Fundorten zu schliessen, an der ganzen Westküste Afrikas vorzukommen. Die Körperlänge unserer grössten Exemplare betrug 3 cm. Form und Farbe des Körpers entsprechen der Beschreibung Selenka's. Die hornartigen Platten des Afterschildes sind in der Mitte von den Ausführungsgängen der vielzelligen Drüsen durchsetzt. Das Schwanzschild ist bei den vorliegenden Exemplaren in der Mitte in eine feine Spitze vorgezogen. Die Segmentalorgane sollen sich nach Selenka's Angabe bis ans Hinterende erstrecken. Bei einigen von mir untersuchten Exemplaren, die Dentalium-Schalen bewohnten, war der Körper vollständig gerade und der innere Bau ohne Schwierigkeit zu übersehen. — Bei den spiralig aufgerollten Tieren werden leicht durch Zerrungen der Wandungen des Körpers beim Präparieren feinere Teile zerrissen, andere übermässig ausgedehnt. — Die Segmentalorgane sind hier nur von halber Körperlänge, ihr äusserstes Ende etwa $^1/_8$ ist nach vorn umgebogen und frei, der übrige Teil durch Mesenterien der Körperwand angeheftet.

Westafrika*) — Cabinda, 4 Fd., Salzwasser, weicher Schlick; Landana, 4 Fd., Salzwasser, weicher Schlick; Gorée, 12 Fd., 30. VI. 88.; Sinoë; Salt Pond; Loango, 13 Fd., V. 91.; Setta Cama; Ambrizetta; Accra, 6 Fd.; St. Paul de Loanda, 4 Fd. Salzwasser; Fluss Nyango, 5 Fd., Mudd-Grund und 6 Fd., weicher Schlick; Viktoria, 6 Fd., Mudd-Grund — (Hupfer).

Aspidosiphon Mülleri Diesing.

Findet sich neben Asp. venabulum in grösserer Menge, wenn auch nicht so massenhaft wie dieser, an der Westküste Afrika's. Er war bis jetzt nur aus dem Mittelmeer bekannt, dessen Fauna ja vielfach analoge Beziehungen zu der der westafrikanischen Küste zeigt. Die Rüsselhaken sind bei den von mir untersuchten Exemplaren alle einspitzig, die Mündungen der Hautkörper sind von grossen rundlichen oder polygonalen Plättchen umstellt, um diese herum liegen kleinere.

Westafrika*) — Grand Popo, 6 Fd., Salzwasser; Accra, 6 Fd., Salzwasser; Boguma, Flusswasser, beinahe frisch; Fluss Nyango, 6 Fd., weicher Grund und 7 Fd.; Whydah, $5^1/_2$ Fd., Lehmboden, Salzwasser; Kinsembo (ein juv. von 3 mm. Länge) — (Hupfer).

Das Museum besitzt noch:

Aspidosiphon Cumingii Baird.

Uea. Baui. (Stuhlmann; Jahrbuch Hamb. w. Anst. IX 2).

Genus: Cloeosiphon.

Cloeosiphon aspergillum Quatrefages.

Von dieser Art sind ausser anderen mehrere alte Exemplare aus dem Museum Godeffroy vorhanden, die als Phascolosoma spec. bezeichnet waren. Es ist hier der Vorderteil

des Körpers mit dem Kalkring abgerissen, bei einem Exemplare fanden sich noch vereinzelte Reste desselben. Die Hautdrüsen entsprechen vollständig denen der genannten Art, auch deckt sich die anatomische Beschaffenheit.

Samoa*) Südsee; Mauritius; Ostafrika, Baui*) (Stuhlmann; Jahrbuch Hamburg w. Anst. IX. 2).

II. Familie: Echiuridae.

Genus: **Thalassema.**

Thalassema pellucidum nov. spec.

Die vorliegenden Exemplare sind durchschnittlich 3,1 cm. lang, einschliesslich des Rüssels, der 6 mm. misst. Der Körper ist walzenförmig, in der Mitte wenig dicker als vorn, hinten zugespitzt. Der Rüssel ist nur an der Basis geschlossen und besitzt stark gefaltete und gefranste Ränder. Die Haut ist im vorderen und hinteren Teile des Körpers ziemlich fest, in der Mitte dünn und durchsichtig, so dass die Längsbündel und der Nervenstrang deutlich durchschimmern. Bei jüngeren Spiritusexemplaren ist die Haut hell ledergelb, bei älteren bläulich. Die Papillen sind klein und über den ganzen Körper verteilt; am hinteren zugespitzten Ende, wo sie grösser sind als am übrigen Körper und dichter stehen, treten sie deutlicher hervor. Die 13 Längsbündel sind, wie schon erwähnt, von aussen deutlich zu sehen, sie sind 1 mm. breit und durch Zwischenräume von 1—1,8 mm. Breite getrennt. Thal. Baronii Greeff hat mit dem beschriebenen Tiere einige Aehnlichkeit. Dank der Güte des Herrn Professor Dr. Korschelt und seines derzeitigen Assistenten, des Herrn Dr. Curt Floericke, konnte ich das Greeff'sche Originalexemplar untersuchen. Dasselbe hat, wie ich mich überzeugen konnte, 18—19 Längsbündel. Lampert (2 p. 442) giebt in seiner Tabelle fälschlich deren 23 an, diese Angabe hat auch Rietsch[10]) übernommen.

Auch sind bei Thalassema Baronii Greeff die Zwischenräume, die die Längsbündel trennen, bedeutend schmäler als diese Bündel selbst. Die Hakenborsten sind gross und goldglänzend, die 2 Paar Segmentalorgane, die bei einem der untersuchten Tiere dick mit Eiern gefüllt waren, besitzen Trichter mit 2 spiralig aufgewundenen Kanälen. Der Oesophagus zeigt am Anfang einen birnenförmigen Anhang. Die Analschläuche sind an der Einmündungsstelle in den Darm blasig aufgetrieben, ungefähr von $^1/_4$ Körperlänge und mit einzeln stehenden Trichtern besetzt. — Thal. Baronii besitzt dendritisch verzweigte Anhänge mit endständigen Wimpertrichtern. — Der Enddarm ist durch viele Befestiger an die Körperwand geheftet.

Westafrika, Whydah*), $5^1/_2$ Faden Salzwasser und 5 Faden Muddgrund. 8. Juli 89. (Hupfer).

---

[10]) Recueil Zoologique Suisse Tome III, p. 505.

Thalassema Möbii Greeff.

Die sehr schlecht erhaltenen Exemplare konnten nur durch den Vergleich mit dem Originalexemplar Greeff's als der vorstehenden Art zugehörig bestimmt werden. Querschnitte durch den Hautmuskelschlauch desselben überzeugten mich, dass eine innere Ringmuskelschicht auch hier nicht existiert, sondern dass die Fasern dieser Schicht schief zur äusseren Ringmuskelschicht verlaufen, wie dies von Spengel und Rietsch bei der Mehrzahl der anderen Echiuren nachgewiesen worden ist.

Upolu.*)

Thalassema Stuhlmanni Fischer.

Thalassema Stuhlmanni wurde in der Uebersicht der von Dr. Stuhlmann in Ost-Afrika gesammelten Gephyreen (Jb. Hamb. w. Anst. IX. 2) näher beschrieben. Die Haut, die ich behufs Vergleich mit der der Sipunculus-Arten näher untersuchte, besitzt eine sehr dünne Cuticula (Fig. 22 c), ihr folgt eine sehr schmale Zone von quadratischen Hypodermiszellen (hp). Die Cutis (ct) besteht aus Fasern, die vorzüglich, aber nicht ausschliesslich in der Längsrichtung verlaufen und meist wellig gebogen sind. In dieser kann man deutlich ein Nervengeflecht (n) beobachten, das Aeste in die Papillen sendet, die sich an die dort in grosser Menge vorhandenen Drüsen ansetzen. Die Drüsenzellen findet man, ähnlich wie es Rietsch bei Echiurus Pallasii nachgewiesen hat, in der Weise gruppiert, dass sie vielzellige Drüsen zu bilden scheinen (dr'), indessen entbehren sie einer gemeinsamen Hülle. Eine äussere Ringmuskelschicht (rm), ferner in Bündeln gruppierte, aber untereinander zusammenhängende Längsmuskeln (lm) und eine dritte schiefe Muskelschicht (sm), die ich früher als innere Ringmuskelschicht bezeichnete, sind vorhanden.

Ostafrika — Sansibar, Bueni Riff; Pangani, Ras Muhesa — (Stuhlmann).

Zusammen mit dieser Art sind beschrieben:

Thalassema kokotonieuse Fischer.

Ostafrika, Kokotoni (Stuhlmann).

und Thalassema leptodermon Fischer.

Ostafrika, Sansibar, Bueni Riff (Stuhlmann).

Thalassema Hupferi, nov. spec.

Das Tier hat einen Rüssel von 5 mm. Länge, der Rand desselben ist gefaltet und gefranst, er weicht gleich an seiner Basis auseinander. Der Körper, von dem nur ein ca. 1 cm. langes Stück, welches ungefähr ²/₃ desselben repräsentierte, vorhanden ist, hatte aller Wahrscheinlichkeit nach eine tonnenförmige Gestalt, er ist hell ledergelb gefärbt und zeigt, den 10—11 Längsbündeln entsprechend, äusserlich die gleiche Anzahl von Längsfurchen, auch deutliche, aber feinere Ringfurchen, unterbrochen durch die tiefer einschneidenden Längsfurchen, sind von aussen zu sehen. Die Papillen sind klein und gleichmässig über den ganzen Körper verteilt, die beiden Hakenborsten gross und goldgelb. Hinter diesen befinden sich im Innern 2 Segmentalorgane mit Spiraltulen. Der Mittel-

und Enddarm sowie die Analschläuche fehlen. Auf Grund der vorhandenen Teile lässt sich das Tier keiner der bekannten Species unterordnen.

Westafrika, Fluss Nyango*), 6 Faden weicher Grund (Hupfer).

Genus: **Echiurus.**

Es finden sich vor:

Echiurus Pallasii, Guérin, ohne Fundortsangabe.

Echiurus unicinctus, von Drasche.

Amurlande*) (Diekmann).

Ech. unicinctus ist von Dr. A. von Roretz an der Ost-Küste von Süd-Japan gefunden und von v. Drasche in den Verhandlungen der zool.-botanischen Gesellschaft in Wien, 30. Band (p. 621—23) genauer beschrieben worden. Unser Tier besitzt den für diese Art charakteristischen einfachen am Bauche geschlossenen Hakenkranz, es finden sich darin 11 wohl erhaltene Borsten. Die 2 Paar Segmentalorgane sind, da die Tiere sich nicht in geschlechtsreifem Zustande befinden, nur 6—8 mm. lang; sie besitzen, wie es auch v. Drasche angiebt, je zwei spiralig aufgerollte Trichter. Auch die Anordnung der Hautpapillen entspricht der Beschreibung in der erwähnten Abhandlung. Der Rüssel, der bei den von v. Drasche beschriebenen Exemplaren fehlte, ist hier vorhanden. Er ist augenscheinlich sehr stark contrahiert und hat nur eine Länge von 5 mm. bei einer Körperlänge von 10,5 cm, hinten ist er etwas breiter als vorn, so dass er sich vom vorderen Körperteil, der nur wenig breiter ist als der hintere Teil des Rüssels, nur durch eine ziemlich tiefe Ringfurche abhebt. Der Rüssel ist am Grunde nicht röhrenförmig geschlossen. Der Enddarm, der sehr breit und durch ein Mesenterium der Körperwand dicht am Bauchmark angeheftet ist, geht vom After aus in gerader Richtung bis dicht an die Segmentalorgane, um, sich dort umbiegend, in den Mitteldarm überzugehen, dessen Schlingen ähnlich verlaufen wie bei Echiurus Pallasii Guerin.

Es waren ausserdem noch zwei andere Exemplare aus dem Museum Godeffroy mit der Fundortsangabe De Castries Bay (tatar. Golf) vorhanden, diese konnten aber, da sie sehr schlecht erhalten waren — es fehlen der ganze Darm, die Segmentalorgane und viele Borsten — nicht sicher bestimmt werden. Zu vermuten ist, da sie gleichen Fundort wie die vorstehend beschriebene Art haben, dass sie dieser angehören.

Echiurus chilensis (Max Müller). Magelhans-Strasse, Punta Arenas.*) (Michaelsen) wird unter den von Dr. Michaelsen auf seiner Reise nach der Magelhans-Strasse gesammelten Tieren später genauer heschrieben werden.

Genus **Bonellia.**

Bonellia fuliginosa, Rolando.

Zool. Station zu Neapel.

Diese Art soll nach verschiedenen Autoren z. B. Greeff (Echiuren p. 157) mit Bonellia viridis Rolando identisch sein. Da mir Vergleichsexemplare nicht zu Gebote standen, so konnte ich mich auf eine genauere Prüfung beider Arten nicht einlassen.

III. Familie: Priapulidae.

Genus **Priapulus.**

Priapulus caudatus, Lam.

Grönland; Spitzbergen*) (Kükenthal); Nordsee; Kieler Bucht (Michaelsen, Schäffer).

Die von den beiden ersten Fundorten stammenden Tiere besassen neben 6 langen Retraktoren noch 2, die fast um 1/3 kürzer waren als diese, wie dies Prof. Möbius bei dem Priapulus der Kieler Bucht vorfand.

Die Zähne der erwähnten Exemplare besassen aber ausser einer Hauptspitze nur je drei Nebenspitzen, so dass wohl auch der Priapulus der Kieler Bucht, der mehr als drei Nebenspitzen besitzt, nur als Varietät anzusehen sein dürfte. Möbius hat auch die Art P. multidentatus nicht aufrecht erhalten. De Guerne[11]) behauptet, dass die Zähne nicht nur bei derselben Gattung, sondern sogar bei derselben Art variierten, also zur Unterscheidung von Arten nicht dienen könnten.

Priapulus caudatus var. **antarcticus,** Michaelsen.

Süd-Georgien (Polar-Comm., v. d. Steinen).

Genus **Halicryptus.**

Halicryptus spinulosus, Siebold.

Kieler Bucht (Michaelsen).
Hohwachter Bucht (Reh).

---

[11]) De Guerne: Mission scientifique du Cap Horn 1882/83 Tome VI., Zool., Priapulides; p. 9.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Hautkiemen (K) des Sipunculus mundanus Sel & Bülow, var. branchiatus $\frac{380}{1}$

bl 1. grössere Blutkörperchen.
bl 2. Klumpen kleinerer Blutkörperchen.
Ith. Integumentalhöhlen.
dr. zweizellige Drüsen.
ct. Cutis.

Fig. 1 a. Blutkörperchen $\frac{560}{1}$

bl 1. grössere Blutkörperchen in verschiedenen Lagen.
bl 2. kleinere Blutkörperchen.

Fig. 2. Haut des mittleren Körperteils von Sip. mundanus, var. branchiatus mit den Hautkiemen. Lupenvergrösserung.

Fig. 3. Sipunculus titubans Sel & Bülow var. diptychus, natürliche Grösse.

Fig. 4. hz. Helle Zellen der Cutis des Sipunculus robustus Kef. $\frac{560}{1}$

bl. Blutkörperchen der Leibeshöhle des Sip. robustus Kef. $\frac{560}{1}$

Fig. 5. Längsschnitt durch die warzenartigen Erhebungen des Rüssels von Sipunculus australis Kef. $\frac{200}{1}$

c. Cuticula.
hp. Hypodermis.
ct. Cutis.
rm. Ringmuskulatur.
Ith. Integumentalhöhlen.
bl. Blutkörperchen.
Ei. Eier.

Fig. 6. Haken von Phymosoma granulatum F. L. Leuck. von Nizza. $\frac{800}{1}$

Fig. 7. Haut mit Papillen vom Hinterende des Phascolosoma lagense nov. spec. $\frac{560}{1}$

Fig. 8. Papille vom Mittelkörper des Phasc. lagense. $\frac{560}{1}$

Fig. 9. Papille vom Hinterende des Phascolosoma lobostomum Grube von der Seite gesehen. $\frac{380}{1}$

Fig. 10. Dieselbe von oben gesehen. $\frac{380}{1}$

Fig. 11. Rüsselhaken von Phasc. lobostomum Grube $\frac{380}{1}$

Fig. 12. Phascolion abnorme nov. spec. geöffnet. 2 1.

hk. Haken.
r'. Schmaler Retraktor.
r. Breiter Retraktor.
bf. Befestiger der hinteren Darmwindungen.
sg. Segmentalorgan.
nst. Nervenstrang.

Fig. 13. Rüsselhaken. $\frac{380}{1}$

Fig. 14. Querschnitt durch die Haut des Rüssels mit längsgeschnittenen Papillen (P) von Phymosoma nigrescens Kef. $\frac{380}{1}$

c. Cuticula. hp. Hypodermis. ct. Cutis. rm. Ringmuskulatur. lm. Längsmuskulatur. hk. Haken.
cv. Cuticularverdickung (Mündungskörper).
nsch. Schicht der Nervenstäbchen.
n. Nerv.
dr. Drüsen.

Fig. 14a. Hautstück von Phym. nigr. (Mündungskörper (cv) und Stäbchenzellen (st) von der Seite gesehen.) $\frac{380}{1}$

Fig. 15. Längsschnitt durch die Körperpapillen von Phymosoma nigrescens Kef. $\frac{380}{1}$

Erklärung wie in Fig. 14.

Fig. 16. Phascolion Hupferi geöffnet. 2 1.

r. Retraktor.
bf. Befestiger des Darms.
sg. Segmentalorgan.
x. Anheftungsstelle des Enddarms an die Körperwand.
af. Lage des Afters auf der dem Beschauer abgewendeten Seite des Rüssels.

Fig. 17. Hautkörper des Rüssels von Phascolion Hupferi nov. spec. $\frac{380}{1}$

Fig. 18. Hautkörper in der Körperhaut des Phasc. Hupferi. $\frac{380}{1}$

Fig. 19. Rüsselhaken von Phascolion hedraeum Sel & de Man. $\frac{380}{1}$

Fig. 20. Papillen der Körperhaut in der Höhe des Afters von Phasc. hedraeum. $\frac{380}{1}$

Fig. 21. Papillen des Hinterendes von Phasc. hedraeum. $\frac{380}{1}$

Fig. 22. Querschnitt durch den Hautmuskelschlauch von Thalassema Stuhlmanni, Fischer $\frac{380}{1}$

P. Papille.
sm. Schiefe Muskulatur.
dr'. Nach Art von vielzelligen Drüsen gruppierte Drüsenzellen mit ansetzenden Nervenästen (n).
ag. Abgeschnittene Ausführungsgänge der Drüsen. Erklärung sonst wie in Fig. 14.

dr
bl 1
ct
bl 2
Jth
K.
Jth
bl 2
bl 1
1a
1.
3
bl
kz
kz
4.
8
2.
9
10.
r 1
r
bf
af
11.
x
c
nsch
dr
sq
bf
r
of
15.
16.



Zur Kenntnis der Oligochaeten

von

Dr. W. Michaelsen.

———※———

(Hierzu eine Tafel.)

Die vorliegende Abhandlung enthält die Resultate der Untersuchungen an verschiedenen neuen oder wenig bekannten Oligochaeten des Naturhistorischen Museums in Hamburg. Diese Resultate überschritten häufig den Rahmen einer einfachen, nur der Systematik dienenden Artbeschreibung; es kamen gelegentlich Fragen allgemeinerer Bedeutung zur Erörterung. Zur besseren Orientierung schicke ich eine Zusammenstellung der besprochenen Arten voran und füge den betreffenden Arten in Parenthese die Themata allgemeinerer Bedeutung hinzu.

Allolobophora Möbii nov. spec.
[A. Möbii und A. Molleri Rosa].

Criodrilus Iheringi nov. spec.

Alma nilotica Grube-Rüppell.
[Historisches; Identität von Alma nilotica mit Siphonogaster aegyptiacus Lev. und Digitibranchus niloticus Lev.; A. nilotica und A. (Siphonogaster) Stuhlmanni Mich.; die Gattungen Alma und Criodrilus; physiologische Bedeutung des Muskelmagens; systematische Stellung von Alma und Criodrilus.]

Kynotus Oswaldi nov. spec.
[Die Doppelringelung der vorderen Segmente bei den Arten der Gattung Kynotus; Schemata über die Anordnung der verschiedenen Organe nach Ringeln und Segmenten bei K. Michaelsenii Rosa, K. Oswaldi und K. longus Mich.; nähere Verwandtschaft des K. Oswaldi.]

Kynotus distichotheca nov. spec.

Anteus Appuni Mich.
[Zurückweisung von Ude's Kritik der Chylustaschen-Lehre.]

Anteus callichaetus Mich. var. nov. **Sieversi.**
[Besprechung der typischen Form von A. callichaetus.]

Anteus callichaetus Mich. var. nov. **Maussi**.

Anteus Schütti nov. spec.

Dichogaster Braunsi nov. spec.
[Die Gattungen Dichogaster, Microdrilus und Millsonia; M. rubens Bedd. identisch mit Dichogaster mima Mich.]

Benhamia insularis nov. spec.

Perichaeta Guillelmi nov. spec.

Perichaeta hupeiensis nov. spec.

Allolobophora Möbii nov. spec.

Die erste der hier als neu zu beschreibenden Arten widme ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Professor Möbius, auf dessen Anregung hin ich vor Jahren in das genauere Studium der Oligochaeten eintrat.

Allolobophora Möbii zeichnet sich durch einige sehr interessante Charaktere vor seinen Gattungsgenossen aus.

Äusseres: Die Länge der geschlechtsreifen Exemplare schwankt zwischen 60 und 125 mm; doch ist hierbei zu berücksichtigen, dass das längste Exemplar stark erweicht und gestreckt ist, also kaum zur Einholung normaler Masse benutzt werden kann. Das zweit-grösste Exemplar ist 75 mm lang und 4½ bis 5 mm dick. Die Zahl der Segmente schwankt zwischen 104 und 122.

Die Haut ist mit Ausnahme gewisser Pigment-Streifen in der Gürtelregion vollkommen pigmentlos, bleich.

Der Kopflappen ist regelmässig gewölbt und treibt einen kurzen, breiten dorsalen Fortsatz mit nach hinten konvergierenden Seitenrändern bis zu etwa ⅓ der Länge in den Kopfring hinein.

Die Borsten stehen zu vier engen Paaren, zwei ventralen und zwei lateralen, in den einzelnen Segmenten. Die ventralmediane Borstendistanz ist ein wenig grösser als die Entfernung zwischen den beiden Paaren einer Seite (aa ⁀ bc). Die dorsalmediane Borstendistanz (dd) ist ungefähr gleich dem halben Körperumfang. Die Borsten besitzen die für die Terricolen normale sigmoide Gestalt; doch sind sie am freien Ende deutlich und scharf ornamentiert; an Alkohol- und Glyzerinpräparaten erkennt man, dass das äussere Viertel der Borsten mit zahlreichen, in unregelmässigen Querreihen stehenden zarten aber scharfen Spitzchen besetzt ist. Dieser Fall von Ornamentierung der Körperborsten bei Lumbriciden i. e. S. steht nicht einzig da; auch bei Criodrilus lacuum Hoffm. und Allolobophora Lönnbergi Mich.*) sind die Borsten ornamentiert.

Die Rückenporen sind deutlich; sie beginnen mit der Intersegmentalfurche 5/6 (? 4/5).

Äussere Geschlechtscharaktere: Der Gürtel ist durch seine opake, kalkweisse Färbung besonders auffällig. Er erstreckt sich über die Segmente 53 bis 61; doch scheint meistens auch der Hinterrand des 52. Segments sowie der Vorderrand des 62. modifiziert, wenn auch nicht durch jene Kalkfarbe; der Vorderrand und Hinterrand des Gürtels erscheint dunkel grau, ähnlich den seitlichen Rändern. Die ventralmediane Körperpartie bleibt gürtelfrei. Die seitlichen Ränder des Gürtels werden durch mehr oder weniger breite, dunkle, grau-violette Längsbänder eingenommen. Die ventralen Borsten liegen unterhalb dieser Bänder, während die lateralen grade auf denselben liegen. Manchmal sind die dunklen Bänder regelmässig ausgezackt (intersegmental verschmälert) und dann liegt auf jeder gegen die Rückenseite des Körpers hin gewendeten Zacke ein Borstenpaar der dorsalen Reihen. Die beiden dunklen Längsbänder sind wohl Homologa von Pubertätstuberkeln.

---

*) Michaelsen: Die Regenwurm-Fauna von Florida und Georgia, nach der Ausbeute des Herrn Dr. E. Lönnberg (Zoolog. Jahrb. Bd. VIII.)

Die männlichen Poren liegen auf dicken, drüsigen Papillen im 15. Segment. Diese Papillen ragen weit über die Grenzen jenes Segments auf die benachbarten hinüber; (bei einem Exemplar ist die männliche Papille der rechten Seite anormalerweise um ein Segment nach vorne gerückt).

In der Regel sind die Tiere mit einem Paar Pubertäts-Tuberkeln ausgestattet; die beiden Tuberkeln dieses Paares standen jedoch bei keinem Exemplar symmetrisch zu einander; sondern stets um ein Segment oder zwei oder selbst drei auseinander gerückt.

Geschlechtsorgane: Drei Paar Samensäcke liegen in den Segmenten 9, 11 und 12. Das erste kleinere Paar hängt vom Dissepiment 9/10 nach vorne in das 9. Segment hinein, die beiden andern grösseren vom Dissepiment 10/11 und 11/12 nach hinten in die Segmente 11 und 12. Zwei Paar Samentrichter liegen frei in den Segmenten 10 und 11.

Drei Paar (bei dem untersuchten Exemplar sehr kleine) Samentaschen stehen über den Intersegmentalfurchen 7/8, 8/9 und 9/10 auf den Linien der lateralen Borstenpaare.

Fundnotiz: Madeira, Funchal (Herr Rödinger leg., Herr Dr. R. Schütt ded.).

Bemerkungen: A. Möbii ist besonders durch die Lage des Gürtels ausgezeichnet; bei keinem anderen bekannten Lumbriciden ist der Gürtel so weit nach hinten gerückt; thatsächlich ist die postclitelliale Körperpartie stets kürzer als die anteclitelliale, häufig besteht sie sogar auch aus einer geringeren Zahl von Segmenten. Diese Kürze des postclitellialen Körperteils giebt den Würmern einen ungewöhnlichen Habitus. Am nächsten in dieser Beziehung kommt unserer Art die A. Molleri Rosa*) von Portugal, bei der die Pubertäts-Tuberkeln die Segmente 50 bis 57 beanspruchen und sich der Gürtel über die Segmente (48) 49 bis 59 erstreckt.

Criodrilus Iheringi nov. spec. (Fig. 15).

Durch Herrn Professor Ihering erhielt ich drei Bruchstücke (Kopfenden) eines Wurmes aus dem Pericicaba-Fluss bei Saõ Paulo in Süd-Brasilien. Ich ordne die neue Art der Gattung Criodrilus zu, obgleich ich nicht sicher angeben kann, ob sie in Betreff der männlichen Poren genau mit Criodrilus lacuum Hoffm. übereinstimmt. Jedenfalls steht sie dieser europäischen Art sehr nahe. Ich beschränke mich an dieser Stelle auf eine einfache Beschreibung des Tieres und lasse eine Besprechung der Verwandtschafts-Verhältnisse desselben weiter unten (gelegentlich der Besprechung von Alma nilotica) folgen.

Äusseres: Das grösste der vorliegenden Bruchstücke ist 100 mm lang, 4 bis 5 mm dick und besteht aus 218 Segmenten; C. Iheringi ist also ein mittelgrosser Wurm.

Die Tiere sind durchaus pigmentlos, hellgrau.

Der Kopfring ist gross, gewölbt. Die Gestalt seines Hinterrandes war nicht erkennbar.

*) Rosa: Note sui Lombrichi iberici (Boll. Mus. zool. Torino; Bd. IV. N. 63).

Die Segmente des Vorderkörpers sind unregelmässig und undeutlich dreiringlig. Die Segmente des Mittel- und Hinterkörpers sind sehr kurz.

Der Körper ist fast in ganzer Länge vierkantig; schon am 8. oder 9. Segment fangen die Seiten wie auch der Bauch und der Rücken an, sich abzuflachen.

Die Borsten stehen zu vier engen Paaren an den einzelnen Segmenten. Die 4 Borstenpaar-Linien fallen mit den Kanten des Körpers zusammen. Die Entfernungen zwischen den 4 Borstenpaaren eines Segments sind nahezu gleich gross; ein Querschnitt durch den Körper bildet ein fast ganz regelmässiges Quadrat, in dessen schwach abgerundeten Ecken die 4 Borstenpaare stehen. Die Borsten sind zart ornamentiert, mit zahlreichen zerstreuten, bogenförmigen Querstrichelchen (Narben) besetzt.

Die Nephridioporen, feine weisse Pünktchen, liegen vor den äusseren Borsten der ventralen Paare (in den Borsten-Linien b), ungefähr in der Mitte zwischen Intersegmentalfurchen und Borstenzonen.

Rückenporen sind nicht vorhanden.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Von einem Gürtel ist bei keinem der Stücke eine Spur zu erkennen.

Die Lage der männlichen Poren habe ich nicht genau feststellen können; sie liegen entweder auf dem 15. Segment oder auf der Intersegmentalfurche 15/16 oder auf der Intersegmentalfurche 16/17. Ich halte den ersten Fall für den wahrscheinlichsten.

Das Gebiet der männlichen Poren ist in sehr charakteristischer Weise modifiziert. (Fig. 15). Je eine tiefe Einsenkung nimmt jederseits die beiden hinteren Drittel des 15. Segments in den Borstenlinien b ein. Diese beiden Vertiefungen werden fast ganz durch einen dick-fingerförmigen Lappen ausgefüllt, der sich auf ihrem Grunde erhebt, aber den Rand der Vertiefungen nicht oder nur wenig überragt. Die Intersegmentalfurche 15/16 ist hinter diesen Lappen tief eingesenkt, spaltförmig; ähnliche spaltförmige Einsenkungen zeigt die Intersegmentalfurche 16/17. Der jederseits zwischen den beiden intersegmentalen Einsenkungen liegende Teil des 16. Segments ist wulstig erhaben.

Zwei Eileiter-Öffnungen glaubte ich (an Längsschnitten) auf der Intersegmentalfurche 13/14 eben oberhalb der Borstenlinien b zu erkennen.

Samentaschen-Öffnungen waren nicht auffindbar.

Innere Organisation: Das erste erkennbare Dissepiment trennt die Segmente 4 und 5. Die Dissepimente 5/6 bis 13/14 sind verdickt, die Dissepimente 4/5 und 14/15 ebenfalls, aber schwächer. Der Darm trägt vorne einen drüsig-muskulösen Schlundkopf. Der enge Oesophagus erstreckt sich vom 5. bis in das 13. Segment. Er ist besonders in seinem hinteren Teil stark gefaltet und blutreich. Beim Übergang in das 14. Segment erweitert sich der Darm schwach, verliert seine dichte Fältelung und seinen Blutreichtum; dagegen verstärkt sich seine Muskulatur. Diese Partie des Darmes, die vielleicht als rudimentärer Muskelmagen anzusehen ist, erstreckt sich bis ans Ende des 16. Segments. Indem er in das 17. Segment eintritt, erweitert sich der Darm plötzlich zu dem umfangreichen, dünnwandigen Magendarm.

Fünf Paar herzartig erweiterte Seitengefässe finden sich in den Segmenten 7 bis 11.

C. Iheringi ist meganephridisch.

Geschlechtsorgane: Zwei Paar ziemlich umfangreiche, gelappte Hoden hängen von den ventralen Rändern der Dissepimente 9/10 und 10/11 frei in die Segmente 10 und 11 hinein. Zwei Paar kompakte Samensäcke liegen in den Segmenten 11 und 12, an deren Vorderwänden sie befestigt sind. Zwei Paar kleine (noch nicht vollkommen entwickelte?) Samentrichter liegen frei in den Segmenten 10 und 11, den Hoden gegenüber. Die Ausmündung der Samenleiter habe ich nicht erkennen können.

Zwei grosse, ziemlich kompakte Ovarien liegen im 13. Segment, an den ventralen Rand des Dissepiments 12/13 angeheftet. Ihnen gegenüber liegen zwei einfache Eitrichter, die in ganzer Fläche mit dem Dissepiment 13/14 verwachsen erscheinen. Ich habe die Kontinuität zwischen den Eitrichtern und den mutmasslichen Eileiter-Öffnungen nicht mit Sicherheit nachweisen können.

Von Samentaschen war keine Spur aufzufinden.

Fundnotiz: Süd-Brasilien, Saõ Paulo, Pericicaba-Fluss (Prof. Ihering leg.)

Alma nilotica, Grube-Rüppell (Fig. 14).

Syn.: Siphonogaster aegyptiacus Lev.
Digitibranchus niloticus Lev.

Im Jahre 1855 beschrieb Grube*) einen Wasserwurm, den Herr Rüppell im Nil gesammelt hatte, unter dem Namen »Alma nilotica Rüppell«. Da ich in den Rüppell'schen Schriften keine Beschreibung oder Notiz über dieses Tier finden kann, so nehme ich an, dass Alma nilotica ein Rüppell'scher Manuscript- oder Etiketten-Name ist, dass also der Name Grube's, der die erste Beschreibung dieses interessanten Tieres lieferte, zum mindesten dem des Namengebers angefügt werden müsse.

Vor einigen Jahren stellte mir Herr Geheimrath Möbius drei ($2^2/_2$) Exemplare dieser Art zur Verfügung, und zwar Original-Exemplare, die die Notiz »von Rüppell im Nil gesammelt« trugen, und die wohl als Dubletten in die Sammlung Grube's und mit dieser nach Berlin gekommen sind. Ich hoffte durch genauere Untersuchung dieser Stücke einige Klarheit in die Organisation und die systematische Stellung dieser halbverschollenen Art zu bringen. Verschiedene dringende Arbeiten verzögerten jedoch für Jahre die Ausführung der Untersuchung. Wie ich jetzt glaube, war diese Verzögerung nicht zum Nachteil des Untersuchungs-Resultates, denn ich habe mittlerweile Gelegenheit gehabt, durch Untersuchung der reichen Stuhlmann'schen Ausbeuten aus Ost- und Centralafrika, sowie anderer Ausbeuten aus Westafrika die afrikanischen Regenwurm-Formen aus eigener An-

*) Grube: Ueber neue oder wenig bekannte Anneliden (Arch. f. Naturg. 1855).

schauung gründlich kennen zu lernen. Was mir damals, vor Jahren, entgangen ist, das erkannte ich sofort, als ich neuerdings die in Rede stehenden Würmer betrachtete: »Alma nilotica ist ein Siphonogaster mit Kiemen«. Diese überraschende Erkenntnis lies es mir wünschenswert erscheinen, ein umfangreicheres Material zur Untersuchung zu erhalten; in Folge der liebenswürdigen Vermittlung des 1. Direktors der Senckenbergischen naturforsch. Gesellsch., des Herrn Oberlehrer J. Blum, wurde ich in den Stand gesetzt, auch die Originalstücke des Senckenberg. Museums zu untersuchen.*)

Schon der Habitus der Tiere liess keinen Zweifel darüber, dass ich es thatsächlich mit der durch das ganze tropische Afrika verbreiteten Gattung Siphonogaster zu thun hatte; die nähere Untersuchung brachte nur Bestätigungen. Ich werde unten durch genauere Beschreibung des Äusseren sowie der inneren Organisation den Beweis für die Richtigkeit dieser Erkenntnis liefern. Diese Beweisführung als Thatsache vorwegnehmend, will ich zunächst die oben aufgestellte Synonymie erörtern.

Im Jahre 1889 stellte Levinsen nach zwei bei Mansoura im Nil gesammelten Stücken die beiden Arten Siphonogaster aegyptiacus und Digitibranchus niloticus auf**). Hätte Levinsen die Grube'sche Beschreibung von Alma nilotica gekannt, so würde er sofort die Identität der (nach einem kleinen Bruchstück aufgestellten) Art Digitibranchus niloticus mit jener älteren Art erkannt haben. Eine Vergleichung lässt hier keinen Zweifel. Nicht so sehr in die Augen fallend ist die Identität von Siphonogaster aegyptiacus mit Alma nilotica. Bei einer Gegenüberstellung ihrer Beschreibungen treten besonders zwei Widersprüche hervor. Der erste derselben, das Fehlen der Geschlechtslappen bei Alma nilotica und deren Vorhandensein bei Siphonogaster aegyptiacus, ist ohne weiteres als Zustand verschiedener Reife zu erklären; auch bei Alma (dieser Gattungsname muss jetzt an die Stelle von Siphonogaster treten) Stuhlmanni, die mir in Massen vorlag, war nur ein ganz geringer Procentsatz mit Geschlechtslappen ausgestattet; den meisten Exemplaren, einige Male bei sämtlichen Stücken von einem Fundorte, fehlten diese Organe. Der zweite Widerspruch beruht darauf, dass Alma nilotica Kiemen besitzen soll, Siphonogaster aegyptiacus dagegen nicht. Meiner persönlichen Ansicht nach klärt sich dieser Widerspruch in sehr einfacher Weise auf: Danach ist das Originalstück von Siphonogaster aegyptiacus nicht vollständig und jenes Wurm-Rudiment, nach welchem Levinsen seinen Digitibranchus niloticus aufstellte, nichts anderes als ein Bruchstück vom Hinterende seines Siphonogaster aegyptiacus-Exemplares. Levinsen sagt, dass sein Material sehr schlecht konserviert sei; bei solchem Material ist es meiner Erfahrung nach häufig unmöglich, zu erkennen, ob ein Stück vollständig oder ob das Hinterende fehlt; zumal, wenn das Hinterende durch aktive Kontraktion des Wurms bei der Abtötung abgeschnürt wird, kann das neue, künstliche Hinterende ein vollkommen normales Aussehen annehmen. Diese, meiner persönlichen Ansicht entsprechende Erklärung mag manchem Fachgenossen etwas gewagt erscheinen; aber auch, wenn sie nicht als zutreffend anerkannt werden soll, bietet das

*) Ich gestatte mir, auch an dieser Stelle meinen Dank für die freundliche Uebersendung jener Originalstücke auszusprechen.

**) Levinsen: Om to nye Regnorm slaegter fra Aegypten (Vidensk. Meddel. Naturh. Foren. Kjøbenhavn; 1889).

angebliche Fehlen der Kiemen keinen Grund zur Aufrechterhaltung der Levinsen'schen Art. Die Kiemen sind nämlich einziehbar. Bei dem einen der beiden vollständigen Berliner Exemplare konnte ich anfangs keine Kiemen erkennen; erst bei scharfer und günstiger Beleuchtung erkannte ich dort, wo bei dem anderen vollständigen Exemplare die zottenförmigen Kiemen stehen, schwache, wenig erhabene, blasenförmige Auftreibungen, die nur in einzelnen Fällen durch stärkeres Vorragen an die ausgestreckten Kiemen des anderen Exemplares erinnerten. Dieses Exemplar, an dem die Kiemen so schwer erkennbar waren, war gut genug konserviert, um zu histologischen Untersuchungen zu dienen (an diesem habe ich durch Schnittserien die innere Organisation klargestellt); dass an dem schlecht konservierten Exemplare von Levinsen keine Kiemen erkannt worden sind, ist also durchaus unzulänglich. Die verschiedene Grösse der Borsten bei Levinsen's Siphonogaster aegyptiacus und seinem Digitibranchus niloticus bedeutet weiter nichts als eine Bestätigung der auch von mir an den vollständigen, typischen Stücken beobachteten Thatsache, dass bei Alma nilotica die Borsten des Mittelkörpers grösser sind als die des Hinterendes.

Ich gehe nun zur Beschreibung der mir vorliegenden Originalstücke von Alma nilotica über. Ich werde hierbei häufig Gelegenheit haben auf die nahe verwandte Alma (Siphonogaster) Stuhlmanni Mich.*) hinzuweisen; ich beziehe mich bei diesen Hinweisen stets auf die zweite, nach besserem Material gelieferte Beschreibung *) 2.

Äusseres: Das grösste der mir vorliegenden Stücke ist ungefähr 105 mm lang, im Maximum 3 mm dick und besteht aus etwa 380 Segmenten. Es ist also weit kleiner als das Levinsen'sche Stück, wie es ja auch seinem jugendlicheren Alter entspricht.

Die Tiere sind durchaus pigmentlos, gleichförmig grau.

Der Kopflappen (Fig. 14) ist gross, regelmässig gewölbt, vollständig mit dem Kopfring verschmolzen; eine trennende Intersegmentalfurche fehlt hier zwischen Kopflappen und Kopfring. Die Segmente sind ziemlich regelmässig dreiringlig. Die Borsten stehen auf den mittleren Ringeln, in 4 Paaren, die ungefähr gleichweit von einander entfernt sind; nur die dorsalmediane Borstendistanz ist kaum merklich grösser als die übrigen. (Weder Grube noch Levinsen erwähnen diese für diese Gattung so charakteristische Borsten-Anordnung.) Am Vorderkörper sind die Entfernungen zwischen den beiden Borsten eines Paares grösser, fast so gross wie die Entfernung zwischen zwei Paaren; nach hinten zu verengen sich die Borstenpaare beträchtlich. Die Borsten sind zart ornamentiert, wie bei A. Stuhlmanni und A. Millsoni Bedd. Die narbenförmige Ornamentierung ist jedoch an Canadabalsam-Präparaten unsichtbar. Die Borsten des Mittelkörpers sind grösser als die von den Körperenden. Der Vorderkörper ist drehrund; nach hinten zu wird der Körper allmählig vierkantig, doch bleiben die Flächen immer noch etwas gewölbt. Das äusserste Ende besitzt einen halbmondförmigen Querschnitt und zwar ist der Rücken flach, während der Bauch und die Seiten eine gemeinsame Wölbung bilden. (Bei der Beschreibung des hinteren Körperendes von A. Stuhlmanni ist ein Versehen

*) 1. Michaelsen: Beschreibung der von Herrn Dr. Fr. Stuhlmann am Victoria Nianza gesammelten Terricolen (Jahrb. Hamburg. Wiss. Anst. IX, 2) und 2. Michaelsen: Regenwürmer in »Die Tierwelt Ost-Afrika's« (Deutsch-Ost-Afrika Bd. IV).

untergelaufen; es muss heissen: „Am Hinterende ist die dorsale — nicht die ventrale — Körperwand zwischen den Linien der innersten Borsten tief eingesenkt, rinnenartig“ und zugleich muss die Angabe über die Lage des Afters geändert werden: „Der After liegt in der rinnenförmigen Einsenkung auf der dorsalen Seite — nicht auf der ventralen“.)

Die Segmente des Hinterendes, und zwar mehr als 100, tragen auf dem Rücken eben innerhalb der dorsalen Borstenpaare jederseits eine Gruppe von wenigen fingerförmigen Kiemen. Diese Kiemen sind einziehbar.

Die Frage, ob auch andre Arten der Gattung Alma mit Kiemen versehen sind, lässt sich noch nicht entscheiden. Dass bei ihnen bis jetzt keine beobachtet sind, ist nicht durchaus massgebend, da die Kiemen wohl einziehbar sind und sich so der Beobachtung entzogen haben mögen. Was A. Stuhlmanni anbetrifft, so spricht die Übereinstimmung in der Gestalt des Hinterendes mit der des Hinterendes von A. nilotica wohl dafür, dass auch hier Kiemen vorkommen; doch glaube ich es gerade bei dieser Art nicht annehmen zu sollen; mir hat eine so grosse Anzahl von Exemplaren derselben vorgelegen, dass es sonderbar erscheinen müsste, wenn nicht wenigstens bei einem oder dem andern etwaige Kiemen sichtbar geblieben wären. Die Gattung Alma wäre nicht die erste, bei der eine Art mit Kiemen ausgestattet ist, während die andern Arten keine besitzen. Ein solcher Fall ist durch Beddard*) schon früher festgestellt worden und zwar bei der südamerikanischen Tubificiden-Gattung Hesperodrilus. H. branchiatus Bedd. besitzt Kiemen; die übrigen bekannten Hesperodrilen besitzen keine.

Der After ist endständig, nicht so lang schlitzförmig wie bei A. Stuhlmanni.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Sämmtliche zur Untersuchung vorliegende Exemplare sind unreif; von äusseren Geschlechts-Charakteren ist leider infolgedessen wenig zu erkennen; Geschlechtslappen sind nicht einmal in den niedrigsten Entwicklungsstadien vorhanden; doch lässt sich bei den grösseren Exemplaren schon die erste Spur derselben erkennen. Es fehlen bei diesen nämlich die inneren Borsten der ventralen Paare auf den Segmenten 18, 19 und 20, also die Borsten, auf deren Platz sich später die Geschlechtslappen erheben sollten.

Innere Organisation: Zur Feststellung der inneren Organisation wurde das Vorderende des Exemplares mit halbeingezogenen Kiemen in Längsschnitte zerlegt.

Der Darm bildet sich vorne zu einem drüsig muskulösen Schlundkopf um. Der Oesophagus trägt keine taschenförmige Anhänge. Er ist in seiner hinteren Hälfte stark gefältelt und sehr blutreich. Zwischen dem blutreichen Oesophagus und dem stark erweiterten, dünnwandigen Magendarm, in den Segmenten 16, 17 und 18, ist der Darm durch eine Verdickung der Muskulatur ausgezeichnet; diese Strecke ist wohl als rudimentärer Muskelmagen aufzufassen.

Alma nilotica ist meganephridisch.

Die Kiemen sind röhrenförmige Ausstülpungen der Leibeswand, an der jedoch die Muskelschichten nur in geringem Maasse teilnehmen. Ein Blutgefäss tritt in jede

*) Beddard: Preliminary Notice of South-American Tubificidae collected by Dr. Michaelsen, including the Description of a Branchiate Form (Annals Magaz. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. XIII; 1894).

Kieme ein und verzweigt sich in derselben. Ein anderes Blutgefäss bildet sich durch Zusammenfliessen jener Verzweigungen; es führt das Blut aus den Kiemen in den Körper zurück.

Geschlechtsorgane: Ich glaube je ein Paar Hoden vorne in den Segmenten 10 und 11 sowie ein Paar Ovarien im 13. Segment erkannt zu haben. Weiteres war nicht erkennbar.

Bemerkungen zu den Gattungen Alma und Criodrilus: Diese beiden Gattungen haben zweifellos viele gemeinsame Charaktere; schon ihr Habitus, bedingt durch die Weichheit und Pigmentlosigkeit der Haut sowie durch die Borstenstellung und die Neigung des Körpers, eine vierkantige Gestalt anzunehmen, lässt sie einander ähnlich erscheinen; aber auch in der inneren Organisation findet sich viel Übereinstimmendes, so der Bau und die Gliederung des Darmes (besonders wesentlich erscheint mir die stark muskulöse Darmpartie am Ende des Oesophagus), die Anordnung der Geschlechtsorgane, das Fehlen der Samentaschen und anderes. Unterschiede von grösserer Bedeutung, d. h. solche, die schwerwiegender sind als Art-Unterschiede, könnten nur in der Lage der männlichen Poren und in deren Begleitorganen gefunden werden. Es ist die Frage zu erörtern, ob die Ähnlichkeit zwischen diesen Tieren auf naher Verwandtschaft beruht, oder ob wir es hier nur mit gleichartiger Anpassung an gleiche Lebensbedingungen zu thun haben. Manche der angeführten gemeinsamen Charaktere lassen sich durch die letztere Annahme erklären. Die in Rede stehenden Tiere leben, im Gegensatz zu den meisten übrigen Terricolen, im Wasser und damit mag die Weichheit der Haut sowie die gleichmässige Verteilung der Borsten und die Vierkantigkeit des Körpers zusammenhängen; finden wir doch einen ähnlichen Habitus bei anderen Wasserformen, so bei Bilimba Rosa (inkl. Glyphidrilus und Annadrilus Horst), die nach einem von Prof. Kükenthal auf Borneo gemachten Funde, in Flüssen lebt, ferner bei Allurus tetraedrus Sav. und seinen Verwandten, jenen Lumbriciden, welche sich ebenfalls an das Leben in schlammigen, wasserreichen Lokalitäten gewöhnt haben. Von den inneren Organisations-Verhältnissen mag das Fehlen eines kräftigen Muskelmagens in der vorderen Partie des Oesophagus in ähnlicher Weise erklärt werden. Beddard bestreitet freilich, dass das Fehlen und Vorhandensein eines kräftigen Muskelmagens etwas mit der Konsistenz der Nahrung zu thun habe und zwar deshalb, weil er den Darm eines Pontodrilen, also eines Tieres ohne kräftigen Muskelmagen, von Korallensand erfüllt gefunden habe*). Ich kann mich dieser Argumentation nicht anschliessen. Meiner Ansicht nach bedürfen die Tiere zur Verdauung von sandförmigen Nährgegenständen, (wie jener Pontodrilus) am wenigsten einen Muskelmagen, würde doch selbst der kräftigste Muskelmagen nicht im Stande sein, derartige Sachen zu zermalmen. Das soll ja auch nicht geschehen. Derartige Nahrung wird, eingehüllt in den schleimigen Darmsaft, ohne Anwendung besonders grosser Muskelkraft nach hinten geschoben und zwecks Erlangung der Nährstoffe ausgelaugt. Einen kräftigen Muskelmagen brauchen jene Würmer,

*) Beddard: Abstract of some Investigations into the Structure of the Oligochaeta (Ann. Mag. Nat. Hist. 1891).

die sich von zäheren Sachen nähren; zum Ergreifen und Fressen eines zähen Pflanzenstengels bedarf es eines kräftigen Muskel-Apparates. Die Arten der Gattungen Criodrilus und Alma sind Schlammfresser und als solche bedürfen sie ebenso wenig eines kräftigen Muskelmagens wie der Sandfresser Pontodrilus.

Wenn auch das Fehlen eines kräftigen Muskelmagens noch als gleichartige Anpassung an die gleiche Nahrung angesehen werden kann, so glaube ich doch in der übrigen Bildung des Darmes eine auf Verwandtschaft beruhende Ähnlichkeit sehen zu müssen. Das Fehlen von taschenförmigen Anhangsorganen am Oesophagus, die starke Faltenbildung und der Blutreichtum in der hinteren Hälfte dieser Darmpartie und schliesslich die muskulöse Verstärkung am Anfang des Magendarms scheinen mir Charaktere von systematischer Bedeutung zu sein.

Dass die verschiedene Lage der männlichen Poren, die ja bei Alma selbst innerhalb der Gattung zu schwanken scheint (bei A. Stuhlmanni ♂ auf Segment 19, bei A. Millsoni ♂ auf Segment 18), genügt, um eine Trennung beider Gattungen durch Familien-Grenzen zu rechtfertigen, bezweifle ich. Auch die charakteristischen Geschlechtslappen der Gattung Alma finden sich wohl innerhalb der Gattung Criodrilus wieder; ich denke wenigstens, dass es nicht gezwungen scheint, wenn ich jene dick-fingerförmigen Lappen innerhalb der männlichen Geschlechts-Einsenkung bei Criodrilus Iheringi für Homologa jener Organe von Alma halte.

Was die Stellung der beiden Gattungen im System anbetrifft, so kommen nur zwei Familien in Betracht, die Familie Lumbricidae und die Familie Geoscolecidae. Für die Zugehörigkeit zur ersteren Familie spricht die Lage der muskulösen Darmpartie, die wohl dem Muskelmagen der Lumbriciden entspricht; für die Zugehörigkeit zur zweiten Familie spricht die Ornamentierung der Körperborsten und das Fehlen der Samentaschen, wenngleich beide Charaktere auch bei typischen Lumbriciden (zwar nicht mit einander kombiniert) gefunden werden. (Die Samentaschen fehlen der Allobophora constricta Rosa und der A. Eiseni Lev.*), ornamentierte Borsten finden sich bei A. Möbii Mich. — siehe oben — und A. Lönnbergi Mich.). Nach der Lage der männlichen Poren würde Criodrilus den Lumbriciden zuzuordnen sein (C. Iheringi vielleicht nicht?), Alma den Geoscoleciden.

Meine Ansicht ist, dass die Gattungen Alma und Criodrilus eine kleine Gruppe bilden, die zwischen den beiden Familien Lumbricidae und Geoscolecidae steht, oder vielleicht nahe dem gemeinsamen Stamm derselben.

Kynotus Oswaldi nov. spec.

Dem Sammeleifer des Herrn H. O'Swald verdanke ich ein grosses Exemplar der für Madagaskar charakteristischen Gattung Kynotus. Dieses Tier stimmt mit keinem der bis jetzt beobachteten Kynotus-Stücke genau überein; am nächsten steht es wohl dem

*) Rosa: Sull' assenza dei Receptacula seminis in alcuni Lumbricidi (Boll. Mus. Zool. Torino, Vol. IV, Nr. 71)

K. Kelleri Mich.*). Ich bin nicht vollkommen sicher, ob die Unterschiede zwischen dem neuen Wurm und dem Originalstück von K. Kelleri genügend sind, um die Aufstellung einer neuen Art zu rechtfertigen. Wenn ich trotzdem einen neuen Namen in die Wissenschaft einführe, so geschieht es lediglich, um für die nachfolgende Auseinandersetzung eine bequeme, jedes Missverständnis ausschliessende Bezeichnungsweise zu haben. Uebrigens darf nicht vergessen werden, dass mit Ausnahme des K. Michaelsenii Rosa **) die bisher beobachteten Stücke noch gürtellos waren, dass wir also bei erweiterter Kenntnis voraussichtlich in der Gürtelstellung ein bequemeres Mittel, die Arten auseinander zu halten, gewinnen werden. Auch von unseren einheimischen Lumbriciden lassen sich verschiedene wohl charakterisierte Arten ohne Kenntnis der Gürtellage und der Pubertäts-Tuberkel schwerlich bestimmen.

Die Untersuchung des vorliegenden Stückes klärte mich über manche Organisations-Verhältnisse dieser interessanten Terricolen-Gattung auf. Das Exemplar ist ziemlich stark erweicht; doch gerade dieser Umstand gestattete die Anwendung einer Methode, die das Zählen der Segmente sowie der Ringel erleichterte und mir Klarheit über das Verhältnis beider zu einander schaffte. Diese Methode, die ich nachträglich auch noch bei dem Original-Exemplar von Kynotus longus Mich. ***) zur Anwendung bringen konnte, beruht darauf, dass sich die Cuticula des Vorderkörpers glatt abheben und flach ausbreiten lässt. An der so präparierten Cuticula lässt sich die Anordnung der Borsten, Nephridioporen und Intersegmental- bezw. Ringel-Furchen deutlich erkennen.

Äusseres: Das vorliegende Exemplar von K. Oswaldi ist 370 mm lang, etwa 10 mm dick und besteht aus mehr als 600 Segmenten. Der Kopflappen ist nicht erkennbar. Die äussere Ringelung entspricht nicht der inneren Körper-Segmentierung. (Eine genaue Besprechung des Verhältnisses zwischen Ringelung und Segmentierung folgt unten.) Die Segmente 4 bis 12 sind zweiringlig; doch fallen die Dissepiment-Ränder nicht immer ganz genau mit einer äusseren Ringel-Furche zusammen. Äusserlich ist wohl kaum ein Unterschied zwischen den einfachen Segmenten und den einfachen Ringeln eines zweiringligen Segmentes zu erkennen. Ein Teil der Ringel bezw. Segmente des Vorderkörpers (etwa von Segment 4 bis 15) ist durch eine weitere Ringelfurche geteilt; doch ist diese secundäre Ringelung bei weitem nicht so scharf ausgeprägt wie bei K. longus, bei welcher Art die secundären Ringelfurchen fast die Stärke der primeren Ringelfurchen bezw. Intersegmentalfurchen erlangen.

Die Borsten stehen zu 4 engen Paaren in den einzelnen Segmenten. Die beiden Paar-Reihen einer Seite sind dicht an einander gerückt, so dass die ventral-mediane Borstendistanz mehrfach so gross ist, wie die Entfernung zwischen den ventralen und dorsalen Borsten-Paaren. Die ersten Segmente tragen keine Borsten. Bei dem untersuchten Exemplar beginnen die dorsalen Borsten mit dem 5., die ventralen mit dem 9.

---

*) Michaelsen: Terricolen der Berliner zoologischen Sammlung II. (Arch. f. Naturg. 1892, I.).

**) Rosa: Kynotus Michaelsenii n. sp. (Boll. Mus. Zool. Torino; Vol. VII, Nr. 119).

***) Michaelsen: Beschreibung der von Herrn Dr. Stuhlmann auf Sansibar und dem gegenüber liegenden Festlande gesammelten Terricolen (Jahrb. Hamburg, wiss. Anst IX).

Segment (also bedeutend weiter vorne als bei K. madagascariensis Mich.*), K. longus und K. Kelleri, weiter nach hinten als bei K. Michaelsenii). Bei den doppelringligen Segmenten stehen die Borsten auf dem vorderen Ringel, dicht hinter der Zone der Nephridioporen. (Bei K. longus findet sich die gleiche Anordnung, während bei K. Michaelsenii die Borsten dem zweiten Ringel angehören, also Borsten und Nephridioporen sehr weit auseinander rücken.) An den Körperborsten des K. Oswaldi glaubte ich eine ähnliche Ornamentierung zu erkennen, wie sie sich an den Borsten des K. longus findet; jedenfalls aber ist sie nur sehr schwach.

Die Nephridioporen liegen dicht hinter den Intersegmentalfurchen, etwas unterhalb der Linien der dorsalen Borstenpaare. Der erste Nephridioporus liegt hinter der Intersegmentalfurche 2/3, also im 3. Segment.

Rückenporen sind nicht vorhanden.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Das vorliegende Exemplar besitzt einen wohl ausgebildeten Gürtel. Derselbe liegt ganz und gar hinter den männlichen Geschlechts-Öffnungen; K. Oswaldi ist also anteclitellial, ebenso wie K. Michaelsenii (und wie voraussichtlich auch die übrigen Kynotus-Arten). Der Gürtel besteht aus einer stark erhabenen, gelblich gefärbten Hautverdickung. Er ist ringförmig (nicht sattelförmig, wie bei K. Michaelsenii) und erstreckt sich vom Anfang des 19. Segments bis zur Mitte des 37., beansprucht also mehr als 18 Segmente. Vorder- und Hinterrand des Gürtels sind ziemlich scharf ausgeprägt; Intersegmentalfurchen und Borsten sind in der Gürtelregion nicht sichtbar; besonders deutlich, als tiefe Grübchen erkennbar, sind die Nephridioporen am Gürtel.

Zwei männliche Geschlechtsöffnungen, breite Gruben auf stark erhabenen runzeligen Papillen liegen auf dem 16. Segment in den Linien der ventralen Borstenpaare.

Eileiter-Öffnungen sind nicht sichtbar.

Die Öffnungen der Samentaschen, sind undeutlich erkennbar. Sie stehen in Gruppen von 4 bis 7 (4-6 — 7-7 — 7-6) auf den Intersegmentalfurchen 13/14, 14/15 und 15/16, jederseits innerhalb der Linien der ventralen und dorsalen Borstenpaare.

Die Ausmündungen von drei Paar Geschlechtsborsten-Säcken und Geschlechtsborsten-Drüsen finden sich auf den Segmenten 13, 14 und 15 grade vor den männlichen Geschlechts-Öffnungen.

Innere Organisation: Die wichtigste hier zu erörternde Frage betrifft das Verhältnis zwischen innerer Segmentierung und äusserer Ringelung; zwischen beiden besteht eine Incongruenz bei K. Oswaldi ebenso, wie bei den übrigen Kynotus-Arten. Schon bei Gelegenheit der Untersuchungen an K. Kelleri habe ich meine ursprüngliche Ansicht über dieses Verhältnis geändert und mich der Ansicht Rosa's angeschlossen, nach welcher die innere Segmentierung das ursprünglichere, und die äussere Ringelung eine Folge secundärer Ringel-Teilung einzelner Segmente ist. Bei der Unterscheidung zwischen Intersegmentalfurchen und Ringelfurchen richtet man sich am besten nach den Nephridioporen, da

*) Michaelsen: Terricolen der Berliner Zoologischen Sammlung I (Arch f. Nat. 1891, I.)

Dissepimente und Borsten am Vorderkörper fehlen. Die Doppelringelung ist bei verschiedenen Arten der Gattung verschieden. Bei K. Oswaldi konnte ich folgendes Verhältnis feststellen: Das erste Dissepiment entspricht der Furche zwischen dem 7. und 8. Ringel. Vor der Ringelfurche 7/8 liegen 3 Nephridioporen. Der erste Nephridioporus gehört (wie sich nach der Vergleichung mit K. Michaelsenii annehmen lässt) dem 3. Segment an, also liegen vor dem ersten Dissepiment 5 Segmente. Vor dem Segment der männlichen Geschlechtsöffnungen liegen 11 Dissepimente; folglich liegen die männlichen Poren auf dem 16. Segment. Die ersten Nephridioporen liegen, wie man an der abpräparierten Cuticula vollkommen deutlich sehen kann, auf dem 3., 4., 6., 8., 10. und 12. Ringel (weiter nach hinten liessen sich die Nephridioporen nicht deutlich erkennen); doppelringlig sind also die Segmente vom 4. an; während die 3 ersten Segmente einfach sind. Wie man nach der Öffnung des Tieres erkennen kann, geht die Doppelringligkeit bis zum 12. Segment incl. Das 13. und die folgenden Segmente sind wieder einfach.

K. longus stimmt in der Anordnung der vorderen Ringel und Segmente vollkommen mit K. Oswaldi überein; wie ich aus der präparierten Cuticula erkennen konnte; weiter hinten jedoch weicht er von diesem Wurm ab. Doppelringlig sind bei K. longus die Segmente 4 bis 13 incl.; also ist ein Segment (das 13.) noch doppelringlig, welches bei K. Oswaldi schon einfach ist. Hierauf beruht der scheinbare Unterschied in der Lage der männlichen Poren, die bei beiden Arten dem 16. Segment angehören, aber bei K. longus auf dem 25., bei K. Oswaldi auf dem 26. Ringel liegen. Vor dem 6. und 7. Dissepiment fand ich bei K. longus zwei Paar Säcke, die das Aussehen von Samensäcken hatten. Rosa, in der Ansicht, dass die Samensäcke dem 11. und 12. Segment angehören möchten, berechnete daraus, dass 6 Segmente vor dem ersten Dissepiment zu zählen seien. Nach der neueren Untersuchung jedoch liegen wie bei K. Michaelsenii nur 5 Segmente vor dem ersten Dissepiment; jene Säcke gehören also dem 10. und 11. Segment an.

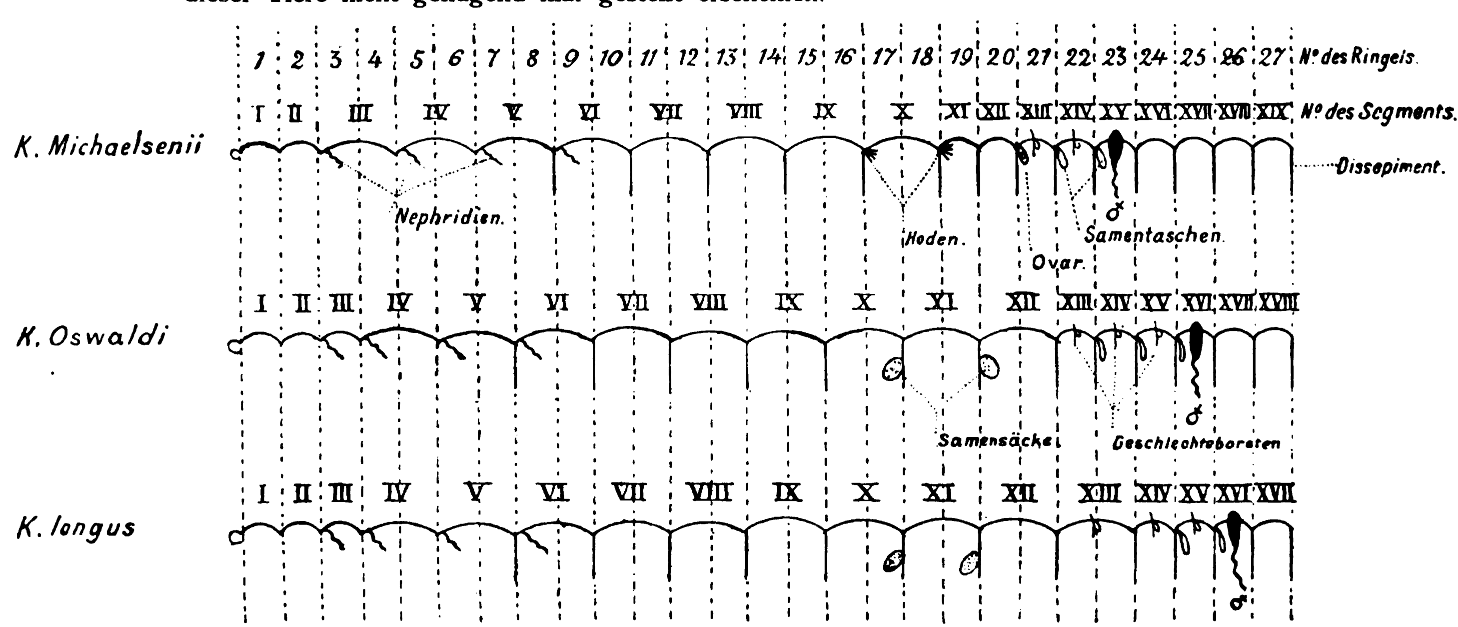
K. Kelleri und K. madagascariensis scheinen mit K. longus übereinzustimmen; doch lässt sich hierüber nichts mit Sicherheit aussagen. Ich glaube jedenfalls annehmen zu dürfen, dass bei ihnen wie bei den übrigen Arten 5 Segmente vor dem ersten Dissepiment liegen, dass also auch bei ihnen die männlichen Poren dem 16. Segment angehören. Bei K. madagascariensis bin ich im Unklaren über das 6. Segment, welches nach meiner damaligen Untersuchung einfach sein soll. Der Vergleich mit den übrigen Arten lässt vermuten, dass hier ein Beobachtungsfehler vorliegt. Vielleicht hat sich das erste Dissepiment, welches ja durch den Muskelmagen stark nach hinten aufgetrieben ist, in der Länge eines Segments an die Leibeswand angelegt und entspricht nicht der Ringelfurche 8/9, wie es schien und wie ich annahm, sondern der Ringelfurche 7/8.

Von den soeben besprochenen vier Arten, die mehr oder weniger nahe verwandt mit einander sind, weicht K. Michaelsenii in bedeutendem Masse ab. Wie mir Freund Rosa brieflich mitteilte, ist bei seiner Erörterung der Ringelungs-Verhältnisse dieses Tieres ein Versehen untergelaufen. Bevor ich mich auf eine vergleichende Betrachtung einlasse, will ich die mir in jenem Briefe mitgeteilte Berichtigung zum Abdruck bringen: Die beiden ersten Körper-Ringel müssen als 2 vollkommene Segmente angesehen werden (nicht

als Teilstücke eines einzigen Segments); dagegen bilden der dritte und der vierte Ringel zusammen ein einziges Segment, das dritte. Es gehört demnach das erste Nephridien-Paar, welches auf dem dritten Ringel ausmündet, ebenso wie das erste Borstenpaar auf dem vierten Ringel dem dritten Segment an (nicht dem zweiten). Mit dieser veränderten Auffassung steht die frühere Angabe, dass vor dem ersten Dissepiment (entsprechend der Intersegmentalfurche 5/6 sowie der Ringelfurche 8/9) 3 Nephridienpaare liegen, in voller Übereinstimmung.

K. Michaelsenii unterscheidet sich also von den übrigen Kynotus-Arten dadurch, dass schon das dritte Segment doppelringlig ist, während bei den übrigen (wie ich mit voller Sicherheit erkennen konnte) die Doppelringligkeit mit dem vierten Segment beginnt. Andrerseits hört die Doppelringelung bei dieser Art viel früher auf (das 11. Segment ist bei K. Michaelsenii schon wieder einfach, bei K. Oswaldi zuerst das 13., bei K. longus das 14.). Eine Abweichung des K. Michaelsenii, die mir weit wesentlicher scheint als die soeben besprochene, liegt darin, dass vor dem Segment der männlichen Poren nur 10 Dissepimente liegen (11 bei den übrigen Arten), dass also, da das erste Dissepiment bei allen in gleicher Weise die Segmente 5 und 6 scheidet, die männlichen Poren bei K. Michaelsenii auf dem 15. Segment, bei den übrigen Arten auf dem 16. Segment liegen.

Die folgenden Schemata, die wohl einer eingehenderen Erklärung nicht weiter bedürfen, sollen die Verschiedenheit in der äusseren Ringelung und in der Anordnung der inneren Organe von K. Michaelsenii, K. Oswaldi und K. longus zur Anschauung bringen. Das Schema von K. Michaelsenii ist eine weitere Ausführung desjenigen, welches Dr. Rosa mir freundlichst in seinem Briefe mitteilte. Ich habe es unterlassen, die Schemata von K. madagascariensis und K. Kelleri anzufügen, da mir die Organisations-Verhältnisse dieser Tiere nicht genügend klar gestellt erscheinen.



Nach dieser vergleichenden Betrachtung der Ringelungs-Verhältnisse der verschiedenen Kynotus-Arten nehme ich die Beschreibung des K. Oswaldi wieder auf.

Die Dissepimente 5/6 bis 10/11 sind stark verdickt; das folgende Dissepiment 11/12 ist schwach verdickt; die übrigen sind sehr zart. Die ersten Dissepimente sind durch den Muskelmagen stark nach hinten ausgebaucht, ineinander geschachtelt.

Die Nephridien sind wie bei allen Kynotus-Arten in einem Paar per Segment (vom dritten an) vorhanden.

Der Darm modifiziert sich in den ersten Segmenten zu einem drüsig muskulösen Schlundkopf und im 5. Segment, vor dem ersten Dissepiment, zu einem kräftigen Muskelmagen.

Geschlechtsorgane: Je ein Paar kleine Samensäcke hängen von dem Dissepiment 10/11 in das 10. Segment und von dem Dissepiment 11/12 in das 12. Segment hinein. K. Oswaldi unterscheidet sich also von K. longus darin, dass das zweite Paar Samensäcke nicht an der Vorderseite, sondern an der Hinterseite des Dissepiments 11/12 sitzt.

Die männlichen Ausführungs-Apparate sind im Wesentlichen wie bei den übrigen Kynotus-Arten gebildet. Sie eröffnen sich durch die oben erwähnten Gruben am 16. Segment in den Linien der ventral gelegenen Borstenpaare nach aussen. Die Gestalt des Bulbus propulsorius ist annähernd die einer Bohne; er ist länglich, schwach abgeplattet und schwach nach hinten ausgebogen. Ein starkes Muskelband zieht sich von seinem proximalen Pol nach der Seitenwand des Körpers. Der Bulbus propulsorius ist mit einer schlauchförmigen, vielfach geschlängelten Pseudo-prostata ausgestattet. Die verschiedenen Windungen dieser Drüse sind durch ein feines Häutchen zu einem zipfelförmigen Anhang zusammengefasst, der dem proximalen Pol des Bulbus propulsorius aufzusitzen scheint und sich in dessen Verlängerung erstreckt. Die Länge der Pseudo-prostata (der zusammengefassten, nicht der gestreckten) kommt der des Bulbus propulsorius gleich, doch ist ihr Volumen viel geringer.

Drei Paar Geschlechtsborstensäcke münden auf den Segmenten 15, 14 und 13 in den Linien der ventralen Borstenpaare aus (also in gleicher Linie mit den männlichen Ausführungs-Apparaten). Jeder Borstensack enthält mehrere (etwa 5) Borsten in den verschiedensten Ausbildungs-Stadien. Die reifen Geschlechtsborsten sind etwa $2^1/_2$ mm lang. Sie besitzen dieselbe Gestalt und Ornamentierung wie die von K. longus (vergl l. c. Taf. IV, Fig. 33). Jeder Geschlechtsborstensack mündet gemeinschaftlich mit einer Geschlechtsborsten-Drüse aus. Diese Drüsen sind lang, schlauchförmig, überall gleich dick, meistens sehr regelmässig wellenförmig geschlängelt.

Die Samentaschen stehen jederseits in drei Gruppen von 4—7 (4-6—7-7—7-6). Sie münden auf den Intersegmentalfurchen 13/14, 14/15 und 15/16 jederseits zwischen der ventralen und der dorsalen Borstenpaar-Linie aus. Jede besteht aus einem ursprünglich wohl kugeligen, aber durch Pressung unregelmässig gestalteten, bei dem vorliegenden Stück prall gefüllten Hauptraum und einem sehr langen, ungemein zarten Ausführungsgang. Die zu einer Gruppe zusammengehörenden Samentaschen sind meistens fest aneinander gepresst. Die Samentaschen scheinen in ganzer Länge mit dem betreffenden Dissepiment

verwachsen zu sein, zum mindesten sind es die zarten Ausführungsgänge. Ein blutreicher Saum wie bei K. madagascariensis ist nicht vorhanden.

Fundnotiz: Madagaskar, Tamatave (Herr H. O'Swald leg.).

Allgemeine Bemerkungen: K. Oswaldi scheint dem K. Kelleri nahe zu stehen, wie bereits oben bemerkt wurde. Ob er mit dieser Art zu vereinen ist, muss die Untersuchung an weiterem Material ergeben. Als hauptsächlichste Unterscheidungs-Charaktere sind anzuführen die Zahl der borstenlosen Segmente, Zahl und Form der Samentaschen sowie die Gestalt der Geschlechtsborsten-Drüsen.

Kynotus distichotheca nov. spec.

Die vorstehende Beschreibung von Kynotus Oswaldi mit den eingeflochtenen vergleichenden Erörterungen war seit langem abgeschlossen, als ich durch Herrn H. O'swald zwei weitere Kynotus-Exemplare erhielt. Ich unternahm die Untersuchung derselben mit dem Gedanken, dass sie mir eine Bestätigung der an K. Oswaldi und K. longus erkannten Ringelungs-Verhältnisse bringen sollte. Dieser Gedanke verwirklichte sich vollkommen. Es gelang mir, die Cuticula des einen der stark erweichten Tiere bis weit über die männlichen Poren hinaus glatt abzuheben und auf einer Glasplatte auszubreiten. Wie in einer schematischen Zeichnung sah ich hier vor mir ein abgeschlossenes Bild all' jener Verhältnisse, die ich bei K. longus und K. Oswaldi noch durch Kombination feststellen musste. Ich fand keinen Grund, an der vorstehenden Beschreibung etwas zu ändern.

Äusseres: Beide Exemplare waren so stark erweicht und gestreckt, dass die Grössen-Angaben eigentlich wenig Zweck haben. Ich schätze, dass das grössere der beiden Exemplare (jetzt 640 mm lang und 5 bis 7 mm dick) im Leben durchschnittlich etwa 400 mm lang und 9 mm dick war. Es besteht aus mehr als 600 Segmenten. Das zweite Exemplar ist beträchtlich kleiner.

Was die Ringelungs-Verhältnisse anbetrifft, so stimmt K. distichotheca vollkommen mit K. longus überein. Die Segmente 1 bis 3 sind einfach, die 10 Segmente 4 bis 13 sind zweiringlig, die folgenden wieder einfach.

Die Borsten sind zart ornamentiert wie bei K. longus und anderen. Sie zeigen die normale Anordnung, und stehen zu vier engen Paaren in den einzelnen Segmenten. Die beiden Paare einer Seite sind nahe aneinander gerückt; die Entfernung zwischen ihnen ist weit geringer als die ventralmediane Borstendistanz. Die unteren (ventralen) Borstenpaare beginnen (wie bei K. Michaelsenii) schon mit dem 3., die oberen (dorsalen) mit dem 5. Segment. In den zweiringligen Segmenten stehen die Borsten auf den vorderen der beiden Ringel, dicht hinter den Zonen der Nephridioporen.

Die Nephridioporen liegen zwischen den Linien der beiden Borstenpaare einer Seite, den Linien der oberen, dorsalen Borstenpaare etwas genähert. Die beiden ersten Nephridioporen liegen hinter der Intersegmentalfurche 2/3, auf dem 3., noch einfachen Segment.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Ein Gürtel ist bei keinem der beiden Exemplare ausgebildet. Zwei grosse männliche Poren liegen auf dem 16. Segment (auf dem 26. Ringel wie bei K. longus) in den Linien der unteren Borstenpaare. Zwei Paar Geschlechtsborsten-Säcke münden auf den Segmenten 15 und 14 ebenfalls in den Linien der unteren Borstenpaare (als deren Homologa sie anzusehen sind) aus.

Eileiter-Öffnungen sind nicht erkannt worden; auch die Öffnungen der Samentaschen (jederseits drei Paare auf den Intersegmentalfurchen 13/14, 14/15 und 15/16) sind äusserlich nicht erkennbar.

Innere Organisation: Das erste Dissepiment trennt die Segmente 5 und 6. Die ersten 6 Dissepimente (5/6 bis 10/11) sind verdickt, das erste allerdings nur schwach.

Vor dem ersten Dissepiment, im 5. Segment, liegt ein kräftiger, fast kugeliger Muskelmagen.

Die Nephridien liegen zu zweien in den einzelnen Segmenten vom dritten an.

Geschlechtsorgane: Zwischen den Dissepimenten 10/11 und 11/12 glaubte ich weissliche, flockige Massen zu erkennen, die vielleicht als freie Samen-Massen zu deuten sind.

Zwei kräftige Bursae propulsoriae liegen im 16. Segment; sie sind kurz, nahezu cylindrisch, nur schwach abgeplattet. Die scheinbar ihrem blinden Ende aufsitzende Pseudo-Prostata übertrifft die Bursa propulsoria an Grösse; sie ist schlauchförmig, zu einer schlanken, sich allmählich verjüngenden Masse zusammengelegt.

Zwei Paar Geschlechtsborsten-Säcke liegen in den Segmenten 14 und 15. Die Geschlechtsborsten sind ungefähr 1,5 mm lang und 0,05 mm dick, einfach und schwach gebogen, am freien Ende griffelförmig zugespitzt. Eine tiefe Längsfurche zieht sich am freien Ende bis zur Spitze hin entlang. Die Farbe der Geschlechtsborsten ist hornbraun. Im mittleren Teil der Borsten glaubte ich bei starker Vergrösserung zahlreiche feine enganliegende Härchen oder Spitzchen zu erkennen. Jeder Geschlechtsborsten-Sack ist mit einer verhältnismässig kleinen, schlauchförmigen, unregelmässig wellenförmig gebogenen Drüse ausgestattet (diese Drüsen sind beträchtlich kleiner als die Pseudo-Prostaten).

Die Samentaschen stehen (bei den beiden vorliegenden Stücken ohne Ausnahme) zu zweien zusammen. In dieser Beziehung steht K. distichotheca also zwischen K. Michaelsenii, bei dem sie einzeln stehen, und K. Kelleri, bei dem sie Gruppen von je dreien bilden. Es sind bei K. distichotheca jederseits drei Gruppen vorhanden und zwar in den Segmenten 14, 15 und 16, an deren Vorderrändern sie ausmünden. Die Samentaschen sind gross, birnförmig.

Fundnotitz: Madagaskar (Herr H. O'Swald leg.).

Anteus Appuni Mich.*) (Fig. 1—3).

Nach zwei gut erhaltenen Stücken kann ich meine ältere Beschreibung dieses Tieres ergänzen bezw. richtig stellen.

Äusseres: In der Deutung des 1. Segments habe ich mich damals nicht getäuscht. An einem Horizontalschnitt durch das Kopfende in der Höhe des Kopflappens

*) Michaelsen: Terricolen der Berliner Zoologischen Sammlung II. (Arch. f. Naturg. 1892, Bd. I.).

geführt (Fig. 2 und 3), erkannte ich an dem einen Exemplar folgendes: Der Kopflappen ist ausnehmend klein, ganz in die dorsale Partie des ersten Segments, des Kopfringes, eingesenkt; an dem Horizontalschnitt sind zwei symmetrisch gestellte, kleine aber scharfe Einkerbungen (verbunden mit einer Richtungs-Änderung der Haut-Elemente) das einzige, aber genügend deutliche Anzeichen der thatsächlichen Grenze des Kopflappens. Das erste Segment mitsamt dem Kopflappen ist bei diesem Tier vollkommen in das zweite Segment zurück gezogen; durch zwei seitliche Einschnitte, die fast ganz hindurch geführt sind, ist das erste Segment in eine dorsale und eine ventrale Partie gespalten; die dorsale Partie samt dem in ihr eingeschlossenen Kopflappen ist halbmondförmig und hat ganz das Aussehen einer Oberlippe. Durch dieses Aussehen wurde anfangs die Täuschung, dieser Körperteil als Ganzes sei der Kopflappen, hervorgerufen. Auch die ventrale Partie des ersten Segments ist halbmondförmig und hat das Aussehen einer Unterlippe. Der Kopflappen und das erste Segment sind weichhäutig im Gegensatz zu den übrigen Segmenten vom zweiten an, deren Wandung sehr derb und hart ist.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Die männlichen Geschlechts-Öffnungen sind durch tiefe, quer gestellte Einsenkungen auf dem 20. Segment markiert. Die vor und hinter diesen Einsenkungen liegenden Partien des 19. und 21. Segments sind stark verdickt und mehr oder weniger stark auf das 20. Segment hin zusammen gedrückt. Die Intersegmentalfurchen 19/20 und 20/21 schneiden im Gebiet dieser Verdickungen tief ein. Führt man einen senkrechten Längsschnitt durch diese Partie der Körperwand (Fig. 1), so erkennt man, dass die Haut im Bereich der Einsenkungen (Intersegmentalfurchen 19/20 und 20/21) stark verdickt ist und zusammen mit der zwischen ihnen liegenden, weit zurückgezogenen Partie des 20. Segments, der Geschlechts-Einsenkung, ein fast halbkugelförmig in die Leibeshöhle einragendes Polster über dem 20. Segment bildet.

Der Gürtel ist vorne und hinten nicht scharf begrenzt. Er scheint bei den beiden vorliegenden Stücken erst mit dem 16. Segment (nicht mit dem 15.) zu beginnen.

Die Pubertäts-Tuberkel sind an diesen neueren Stücken nicht deutlich erkennbar.

Die ventralen Borsten in der Nachbarschaft der männlichen Poren sind zu Geschlechtsborsten umgewandelt. Sie sind 2,6 mm lang und ungefähr 0,032 mm dick. Ihr äusseres Ende, und zwar in mehr als halber Länge, ist mit scharfer, ungemein eleganter Skulptur versehen. In 4 Längsreihen stehen tief eingeschnittene, längliche Narben übereinander. Die gleichhoch stehenden Narben zweier einander diagonal gegenüber stehender Reihen alternieren regelmässig mit den Narben der beiden anderen Reihen. Betrachtet man die Borsten in der Richtung parallel zu einer Reihen-Diagonale, so erscheint sie infolge der tiefen seitlich stehenden Narben-Einschnitte regelmässig gegliedert. Während die Glied-Dicke etwa 0,03 mm beträgt, ist die Dicke zwischen der Tiefe zweier gegenüber stehender Narben nur 0,025 mm; die Gliedlänge (die Entfernung zwischen den erhabenen Rändern zweier übereinander stehender Narben) beträgt ungefähr 0,07 mm, ist also beträchtlich grösser als die Dicke der Borste. In einer Längsreihe stehen ungefähr 22 Narben übereinander. Bei einer Drehung der Borste um 45° ändert sich das Aussehen derselben bedeutend, da dann keine Narbenreihen gerade an den Seiten liegen.

Die Geschlechtsborsten von A. Sieversi ähneln stark denen von A. callichaetus Mich.; doch sind die einzelnen Glieder etwas schlanker.

Innere Organisation: Das Dissepiment 8/9 fehlt. Der Oesophagus trägt 3 Paar birnförmiger Anhänge in den Segmenten 6, 7 und 8. (Die beiden ersten Paare hielt ich früher für Samensäcke, eine Anschauung, die mir jetzt unverständlich erscheint.) Diese Anhänge haben eine ähnliche Struktur wie jene unpaarigen Oesophageal-Anhänge bei gewissen Eudriliden; sie bestehen wie jene, die ich Chylustaschen nannte, aus einem System von Parallelkanälen, die mit dem Darm kommunizieren und zeigen auch eine ähnliche Beziehung zum Blutgefässsystem. Im mittleren Taschenpaar sind die Lumina der Kanäle viel weiter als bei den andern; diese Taschen sind infolge dessen viel lockerer als jene, die ein kompakteres Aussehen haben. Ich messe diesem Unterschiede keine Bedeutung zu; wir haben es hier wohl nur mit einem verschiedenen Kontraktionszustande dieser pulsierenden Organe zu thun; die kompakten Taschen befinden sich im Zustand der Systole, die lockeren im Zustand der Diastole. Hierfür spricht unter anderm der Umstand, dass bei dem ältern Originalstück die beiden ersten Taschenpaare (die ich infolge dessen für Samensäcke hielt) kompakt waren, das dritte aber lockerer. Ich spreche diesen Organen die gleiche Funktion zu wie den ähnlich gebauten Oesophagealtaschen der Eudrilinen, d. h. ich halte sie für Chylustaschen.

Bei Gelegenheit der Beschreibung seines Eudrilus erudiens*) kommt Ude auf meine Lehre von den Chylustaschen der Eudrilinen und Enchytraeiden zu sprechen. Ude verwirft meine Deutung dieser Organe, und zwar auf Grund der Thatsache, dass er Kalkkrystalle in den unpaarigen Oesophagealtaschen jenes Wurmes gefunden hat. Ude formuliert darauf seine Ansicht dahin, dass die sogenannten Chylustaschen der Eudriliden nichts anderes seien als »krystallleere Kalkdrüsen«. Eine Auseinandersetzung über die funktionelle Bedeutung solcher »krystallleerer Kalkdrüsen« folgt dann jedoch nicht, und damit sind wir nach Ude wieder auf dem alten Standpunkt angelangt, wo der schöne Name Kalkdrüse uns aller Schwierigkeit der Erklärung überhob. Ich meinerseits folge Ude nicht; ist mir doch der Hauptpunkt seiner Ausführung unverständlich. Es ist nämlich nie die Homologie der unpaarigen Oesophagealtaschen mit den altbekannten, paarigen, sogenannten Kalkdrüsen geleugnet worden; ist es doch nicht etwa eine bisher unbekannte Thatsache, dass sich auch in jenen unpaarigen Taschen Kalkkrystalle bilden können; das hat Beddard lange vor Ude gesehen und veröffentlicht. Für mich handelte es sich aber gar nicht um die Homologie dieser Organe, sondern nur um die Analogie. Ich suchte eine Deutung ihrer Funktion zu geben, und in dieser Hinsicht habe ich freilich bis jetzt vermieden, die paarigen, einfachen Kalkdrüsen in den Kreis meiner Betrachtung hineinzuziehen; unterscheiden sich diese doch in einem wesentlichen Punkte von jenen Chylustaschen, nämlich durch die Art und Weise ihres Zusammenhanges mit dem Blutgefässsytem. Mit diesem morphologischen Unterschiede mag ein wesentlicher Unterschied in der Funktion zusammenhängen; vielleicht aber auch nicht. Vielleicht repräsentieren

*) Ude: Beiträge zur Kenntnis ausländischer Regenwürmer. (Zeitschr. wiss. Zool. Bd. LVII.)

diese paarigen Kalkdrüsen nur eine primitivere Bildung von Chylus-aufsaugenden Organen. Ich lasse die funktionelle Bedeutung der paarigen sogenannten Kalkdrüsen dahingestellt und wende mich einzig der Betrachtung der »Chylustaschen« zu.

Steht die Anwesenheit von Kalkkrystallen innerhalb dieser Organe im Widerspruch zu der von mir gegebenen Erklärung ihrer Funktion? Welche Bedeutung mag der kohlensaure Kalk für den Organismus dieser Tiere haben? Liegt sie vielleicht darin, dass er den aus den Nahrungsstoffen bereiteten Nahrungssaft, den Chylus, von den ihm noch anhaftenden, überschüssigen Säuren befreit? Und wenn das der Fall ist, ist es dann so auffällig, dass sich jene neutralisierenden Substanzen dort finden, wo dieser Chylus ins Blut übertreten soll, nämlich in den Chylustaschen? So lange diese Fragen nicht in ungünstigem Sinne entschieden sind, weise ich Ude's Einwurf in meine Chylustaschenlehre zurück.

Ich kann es mir nicht versagen, hier noch einmal auf das Wesentliche jener Lehre hinzuweisen. Gerade die vollständige morphologische Gleichstellung der Chylustaschen mit den sogenannten Kalkdrüsen, wie sie sich in Ude's Auseinandersetzung findet, lässt mich befürchten, dass das Wesentliche in meiner früheren Schilderung missverstanden oder nicht genügend beachtet worden ist.

Chylustaschen sind paarige (Ocnerodrilus u. a.) oder unpaarige (Eudrilus u. a.) Anhänge des Oesophagus, deren Lumen mit dem des Oesophagus kommuniziert; sie sind von zahlreichen feinen Blutbahnen durchzogen; diese letzteren sammeln sich an dem nach vorne gerichteten, vom Oesophagus abstehenden Pol und gehen hier in ein nach vorne verlaufendes, kräftiges Blutgefäss über.

Die Chylustaschen sind pulsierende Organe; ihre Pulsation verläuft — und das ist meiner Ansicht nach das Entscheidende in dieser Frage — in der Richtung von der Basis nach dem vom Oesophagus abstehenden Pol. Das können keine absondernden Organe sein; es wäre widersinnig, anzunehmen, dass hier eine Stoff-Bewegung stattfindet entgegen der Pulsations-Richtung. Ueberzeugend wirkt die Beobachtung lebender Exemplare der Buchholzia-Arten; bei diesen kann man den ganzen Organismus in Thätigkeit sehen. Langsam, wellenförmig wälzen sich die Kontraktionen des Magendarms von hinten nach vorne und drängen die flüssigen Bestandteile des Darminhalts gegen das Vorderende, während die festen Substanzen durch die lebhafte, von vorn nach hinten schlagende Flimmerung der Darmepithel-Wimpern nach hinten geschafft werden. Am Vorderende angelangt, tritt die Kontraktions-Welle (nicht auf den Oesophagus sondern) geradenwegs auf den Darm-Divertikel über und durchzieht denselben von der Basis bis zur Spitze, um dann auf das daselbst entspringende, durch Zusammenfliessen der Divertikel-Gefässe gebildete Rückengefäss überzugehen und mit diesem nach vorne zu verlaufen. In dem Augenblick, wo die Pulsation von dem Vorderende des Magendarms auf die Basis des Divertikels übergeht, erscheint der Divertikel förmlich gebläht; der ganze Organismus in seiner Thätigkeit gleicht einem Druck-Filter.

Wenngleich die Chylustaschen der Eudrilinen und anderer Terricolen noch nicht in Thätigkeit beobachtet worden sind, so darf aus der Gleichheit des Baues doch wohl

auf eine Gleichheit der Thätigkeit der Funktion geschlossen werden. Die Unterschiede zwischen den Organen bei den verschiedenen Oligochaeten sind unwesentlich: sie können paarig oder unpaarig sein, und in letzterem Falle dorsal oder ventral liegen; das von ihrem Pol entspringende Gefäss kann das Rückengefäss sein oder ein Nebengefäss; auch die Gestalt des Lumens kann verschieden sein; doch all diese Verschiedenheiten dürfen unberücksichtigt bleiben bei einer Erklärung der Funktion dieser Organe.

Fundnotiz: Venezuela, Puerto Cabello. (Prof. Sievers leg.).

Anteus callichaetus Mich. — var. nov. **Sieversi.**

Zwei Regenwürmer, die Herr Professor Sievers bei Puerto Cabello sammelte, stimmen in der inneren Organisation so genau mit dem typischen A. callichaetus von Caracas überein, dass ich sie nicht artlich von diesem trennen mag, trotzdem sie in äusseren Charakteren von jenem abweichen. Ich gebe keine vollständige Beschreibung der Tiere, sondern stelle nur die Charaktere fest, in denen die Varietät von der typischen Form abweicht; zugleich aber benutze ich diese Gelegenheit, die frühere Beschreibung in einigen wichtigen Punkten zu berichtigen bezw. zu vervollständigen (nach Revision eines Originalstückes).

Äusseres: Die Gestalt des Kopflappens konnte ich nicht erkennen; derselbe schien nicht rüsselartig verlängert zu sein, sondern erschien eher rudimentär; es ist jedoch schwer zu sagen, wie bedeutend die Kontraktionsfähigkeit bezw. Retraktionsfähigkeit des Kopflappens bei diesen Tieren ist.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Die Varietät Sieversi unterscheidet sich von der typischen Form hauptsächlich dadurch, dass sich die ventralen Gürtelränder nicht wulstig verdicken und gegen die ventrale Medianlinie hin zusammen neigen. Sie ähnelt mehr dem A. Appuni, dem A. callichaetus überhaupt sehr nahe steht. Auf dem 20. Segment findet sich ventral jederseits eine Einsenkung, die von vorne und von hinten her (durch Verdickungen der Segmente 19 und 21) eingeengt und unvollständig überragt wird.

Innere Organisation: Die Dissepimente besitzen (wie auch wohl die der typischen Form) dieselbe Anordnung wie bei A. Appuni; das erste trennt die Segmente 5 und 6 und das Dissepiment 8/9 ist ausgefallen.

Der Muskelmagen liegt vor dem ersten Dissepiment im 5. Segment. Er ist nicht so lang gestreckt wie bei dem untersuchten Exemplar der typischen Form, sondern mehr kugelig, er ist ein klein wenig schief, doch bei weitem nicht so stark verzogen wie bei dem typischen A. callichaetus; es ist mir unklar, ob diese Verschiedenheit in der Gestalt des Muskelmagens durch verschiedene Kontraktion entstanden sein kann. In den Segmenten 6, 7 und 8 trägt der Oesophagus je ein Paar seitliche, retortenförmige Anhänge, die ihrer Struktur nach den Chylustaschen der Eudrilinen zu gleichen scheinen. Auch die

typische Form besitzt drei Paar solcher Taschen, nicht zwei, wie ich früher angab; das dritte Paar sieht hier jedoch aus, als ob es rudimentär sei.

Geschlechtsorgane: Zwei Paar umfangreiche Hoden und Samentrichter liegen in den Segmenten 10 und 11, eingeschlossen in Samensäcke; ob die Samensäcke median verschmolzen sind, konnte ich an der Schnittserie nicht nachweisen. Umfangreiche Ovarien liegen im 13. Segment.

Die in meiner früheren Beschreibung erwähnten 5 Taschenpaare in den Segmenten 18 bis 22 sind keine Taschen, sondern drüsige, lockere Wucherungen der Leibeswand, ähnlich wie sie sich bei A. Appuni in den Segmenten 19 und 21 finden (vergl. Fig. 1). In der Mitte dieser drüsigen Wucherungen stehen die Geschlechtsborsten.

Die Samentaschen sind auch bei der typischen Form nicht so einfach, wie es nach der Untersuchung der unverletzten Organe schien; an Schnitten erkennt man, dass die dickere Wandung des Basalteils der Samentasche mit zahlreichen, birnförmigen Hohlräumen ausgestattet ist; die in das centrale Lumen einmündenden Hohlräume sind von Sperma erfüllt und sind wohl den Samentaschen-Divertikeln anderer Terricolen gleich zu achten.

Fundnotiz (der var. Sieversi): Venezuela, Puerto Cabello (Prof. Sievers leg.).

Anteus callichaetus Mich. var. nov. **Maussi.**

Als Varietät des Anteus callichaetus Mich. sehe ich einen Wurm an, der von Herrn Consul F. Mauss bei Puerto Cabello gesammelt und mir von der Direktion des Senckenbergischen Museums zu Frankfurt a. M. zur Bestimmung übergeben worden ist.

Äusseres: Die hauptsächlichsten Abweichungen dieses Tieres von der typischen Form beruhen auf äusseren Charakteren. Während das grösste der zur Beobachtung gelangten typischen Stücke nur 105 mm lang war und aus 105 Segmenten bestand, ist das Exemplar der var. Maussi 215 mm lang, 7 mm dick und seine Segmentzahl beträgt 156. Es ist am Rücken zart rotbraun pigmentiert; der Bauch ist pigmentlos, bläulichweiss. Der Kopflappen ist lang, rüsselförmig. In der Anordnung und Ornamentierung der normalen Borsten wie auch der Geschlechtsborsten stimmt die Varietät mit der typischen Form überein.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel ist noch nicht vollständig ausgebildet. Auf den Intersegmentalfurchen 19/20 und 20/21 liegen zwei tiefe Querspalten und zwar in den Linien der ventralen Borstenpaare. Diesen Spalten entsprechen drüsige, in die Leibeshöhle hineinragende Wucherungen, wie sie auch bei A. Appuni Mich. (s. oben!) und der typischen Form von A. callichaetus vorkommen.

Zwei Eileiter-Öffnungen liegen im 14. Segment auf dem Platze, der (ausgefallenen?) inneren Borste der lateralen Paare (Borste c).

Innere Organisation: Da das Exemplar sehr stark erweicht war, so liess sich von der inneren Organisation wenig erkennen. Die Varietät scheint in dieser Beziehung vollständig mit der typischen Form übereinzustimmen; ich hebe besonders hervor, dass der Muskelmagen denselben schiefen Zuschnitt zeigt, wie bei jener.

Geschlechtsorgane: Besonders deutlich sind bei dem vorliegenden Stück die Drüsenwucherungen des 7. Segments jederseits, zwischen den beiden am Vorderrand und am Hinterrand dieses Segments ausmündenden Samentaschen erkennbar. Im übrigen konnte ich keine Unterschiede erkennen.

Fundnotiz (der var. Maussi): Venezuela, Puerto Cabello (Herr Consul Mauss leg. 1893).

Anteus Schütti nov. spec. (Fig. 4—6).

Der freundlichen Vermittlung des Herrn Dr. R. Schütt verdanke ich eine grosse Anzahl exotischer Terricolen aus verschiedenen Gebieten der Erde, darunter drei vorzüglich konservierte Exemplare (zwei geschlechtsreife und ein jugendliches) einer neuen Anteus-Art von Columbien. Ich nenne diese neue Art dem freundlichen Vermittler zu Ehren Anteus Schütti.

Äusseres: Die beiden geschlechtsreifen Tiere sind ungefähr 90 mm lang, 7 mm dick und bestehen aus mehr als 200 Segmenten. A. Schütti ist also ein ziemlich plumper Wurm mit sehr kurzen Segmenten. Die Farbe der Tiere ist ein schmutziges Gelbgrau; der Gürtel ist weisslich grau mit schwach violettem Schimmer.

Der Kopflappen, der vielleicht rüsselartig ausstreckbar ist, und das erste Segment sind weichhäutig, bei den vorliegenden Exemplaren ganz in das zweite Segment zurückgezogen.

Die Borsten stehen zu 4 Paaren in den einzelnen Segmenten, 2 ventralen und 2 lateralen. Die ventralen Paare sind bedeutend weiter als die lateralen. Am Hinterkörper ist die Borstenstellung folgende: Die dorsalmediane Borstendistanz (dd) ist ungefähr gleich dem halben Körperumfang; die ventralmediane (aa) und die beiden lateralen (bc) Borstendistanzen sind ungefähr dreimal so gross wie die Entfernungen zwischen den beiden Borsten der ventralen Paare (ab), die lateralen Paare sind ungefähr $^1/_4$ so weit wie die ventralen : $aa = bc = 3ab = 12cd$. Nach vorne zu, gegen die Gürtelregien verengen sich die Borstenpaare; in der Gürtelregion jedoch treten die beiden Borsten der ventralen Paare weit auseinander. Vor dem Gürtel treten die Borsten dann wieder in ihre normale Stellung zurück; jedoch beharren sie nicht lange in derselben; die Borsten der mittleren Segmente der anteclitellialen Region scheinen unregelmässig gestellt. An den ersten Segmenten konnte ich keine Borsten erkennen. Die Borsten zeigen die für die Gattung Anteus charakteristische, narbige Skulptur.

Rückenporen sind nicht vorhanden.

Die Nephridioporen liegen jederseits vor den lateralen Borstenpaaren.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel ist sattelförmig; Vorder- und Hinterrand sind (bei den vorliegenden Exemplaren) nicht scharf markiert; der Gürtel beansprucht die Segmente 16 bis 24; doch ist nicht ausgeschlossen, dass auch noch einige vorhergehende sowie nachfolgende Segmente zur Gürtelregion zu rechnen sind. Borsten, Intersegmentalfurchen und Nephridioporen sind in der Gürtelregion unverändert deutlich. Die Farbe des Gürtels wird, wie man bei mittelstarker Vergrösserung erkennt, durch eine zarte, dichte Punktierung hervorgerufen.

Die ventrale Partie der Gürtelregion (Fig. 4) ist in den Segmenten 17 bis 23 stark erweitert und abgeflacht, dabei sind die seitlichen Ränder des Gürtels zwischen den lateralen und ventralen Borstenpaar-Linien wallförmig erhaben. Die Gestalt der Gürtelregion erinnert an die von Allolobophora rosea Sav. Die lateralen Borstenpaare und die Nephridioporen liegen jederseits ausserhalb des Walles; die äusseren Borsten der ventralen Paare (b) liegen hart am Innenrande des Walles; die inneren Borsten der ventralen Paare (a) sind nach innen gerückt und liegen mitten auf der abgeflachten Bauchseite der Gürtelregion. Von der Mitte des 19. Segments bis zur Mitte des 23. erscheint die First jener Wälle heller gefärbt zu sein; man hat es hier wohl mit einem Homologon von Pubertäts-Tuberkeln zu thun. Die ventralen Borsten der Gürtelregion stehen auf der Mitte von kleinen runden Drüsenfeldern und sind zu Geschlechtsborsten umgewandelt (Fig. 6). Sie sind ausnehmend zierlich gestaltet. Ihre Länge beträgt ungefähr $1^{2}/_{4}$ mm, ihre Dicke 0,025 bis 0,03 mm. Sie sind schlank, gerade gestreckt mit Ausnahme des inneren Endes, welches hakenförmig umgebogen ist. Ihr äusseres Ende ist mit vielen in die Länge gezogenen Narben besetzt. Die Narben sind verhältnismässig tief, ihr unterer Rand ist erhaben. Sie stehen in vier Längsreihen, zu zweien und zweien regelmässig alternierend. In einer Längsreihe zählte ich 14 Narben. Das äusserste Ende der Geschlechtsborsten ist narbenlos, schwach erweitert und griffelförmig zugespitzt. Bei starker Vergrösserung erscheint das äusserste Ende zart geringelt; im optischen Längsschnitt erscheinen die vorderen Ränder dieser Ringel vorstehend.

Samenleiter- und Eileiter-Öffnungen waren nicht erkennbar, ebenso wenig die Samentaschen-Öffnungen (3 Paar) auf den Intersegmentalfurchen 7/8, 8/9 und 9/10, jederseits dicht neben der dorsalen Medianlinie.

Innere Organisation: Das erste Dissepiment trennt die Segmente 4 und 5; es ist sehr zart (unvollständig?) und umhüllt den Schlundkopf. Das Dissepiment 5/6 ist sehr stark verdickt; die folgenden Dissepimente nehmen regelmässig stufenweise an Dicke ab bis etwa zum Dissepiment 13/14, bei welchem die normale Zartheit erreicht wird; bis zum Dissepiment 7/8 incl. sind sie noch stark verdickt zu nennen.

Der Oesophagus trägt vorne einen dicken, drüsigen, dorsalen Schlundkopf, der hinten von dem Dissepiment 4/5 umfasst wird. Im 5. Segment liegt ein kräftiger, nahezu kugeliger Muskelmagen. In den Segmenten 6, 7 und 8 trägt der Oesophagus je ein Paar gestielte, retortenförmige seitliche Taschen (Fig. 5); dieselben zeigen eine blättrige Struktur, sind vollständig von Kalkkrystallen erfüllt und von einem reichen Gefässsystem durch- und umzogen. Die Bluträume der Taschen kommunizieren mit dem Darmblutsinus; ausserdem scheint noch ein vom Rückengefäss kommendes Blutgefäss an die Basis

der Taschen heran zu treten und dieselben erst an dem freien, nach vorne gerichteten Pol zu verlassen. Ich vermute, dass dieses Gefäss mit dem eigentlichen Blutraume der Tasche kommuniziert, doch konnte ich diese Verhältnisse nicht genau erkennen. Die Organe scheinen morphologisch in der Mitte zwischen den einfachen Kalkdrüsen und den Chylustaschen zu stehen.

A. Schütti ist meganephridisch. Die Nephridien der ersten Segmente sind vergrössert.

Geschlechtsorgane: Die männlichen Geschlechtsorgane sind sämtlich in einem einzigen Paar vorhanden (und, wie es mir schien, ausserdem noch median verwachsen, so dass eigentlich nur in der Einzahl gesprochen werden dürfte; genau konnte ich das Letztere nicht feststellen). Umfangreiche Hoden hängen vom Dissepiment 10/11 in das 11. Segment hinein; ihnen gegenüber liegt ein Paar grosser Samentrichter. Die dorsale Partie des 11. Segments wird von Samensäcken erfüllt. Ob die Wandung der Samensäcke auch Hoden und Samentrichter umhüllt, konnte ich nicht genau erkennen; fast schien mir's so.

Vom weiblichen Geschlechts-Apparat konnte ich nur die Samentaschen erkennen. Sie liegen zu drei Paaren in den Segmenten 7, 8 und 9 in den dorsalen Partien der Leibeshöhle; sie münden dicht neben der dorsalen Medianlinie auf den Intersegmentalfurchen 6/7, 7/8 und 8/9 aus. Sie sind einfach sackförmig, durch die nach hinten ausgebauchten Dissepimente an die Körperwand angepresst und platt gedrückt. Sie schienen bei dem untersuchten Exemplar noch nicht vollkommen entwickelt zu sein.

Fundnotiz: Columbia, Bucaramango: (Herr Baetcke leg., Herr Dr. R. Schütt ded.).

Dichogaster Braunsi, nov. spec. (Fig. 8—10).

Mir liegt ein einziges Exemplar dieser neuen Art vor. Dasselbe ist von Herrn Dr. Brauns gesammelt und dem Hamburger Naturhistorischen Museum geschenkt worden.

Äusseres: D. Braunsi ist weit kleiner als die übrigen bis jetzt bekannten Dichogastren aus Westafrika. Die an dem einzigen Stück vorgenommenen Messungen ergaben eine Länge von 38 mm, eine Dicke von $2^1/_2$ bis 3 mm und die Segmentzahl 158. Der ganze Wurm ist graubraun mit Ausnahme des Gürtels, welcher dunkel violett gefärbt ist.

Rückenporen waren nicht erkennbar.

Die Borsten stehen zu vier engen Paaren in den einzelnen Segmenten, wie bei den andern Dichogastren ganz an der Bauchseite; die dorsalmediane Borstendistanz nimmt ungefähr $^2/_3$ des ganzen Körperumfangs ein.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel (Fig. 9) erstreckt sich vom Anfang des 13. Segments bis auf das 19., dessen Hinterrand jedoch gürtelfrei bleibt. Der Gürtel ist nahezu geschlossen-ringförmig, nur ein sehr schmaler, intersegmental noch etwas verengter ventral-medianer Streifen bleibt frei. Die inneren Borstenpaare sind in der Gürtel-Region deutlich erkennbar, die äusseren nur zum Teil. Die Intersegmentalfurchen

sind am Gürtel vollständig geschwunden. Die männlichen Poren finden sich am 17. Segment an dem Platze der inneren Borstenpaare. Sie erscheinen als kleine, kreisrunde Löcher, aus denen ein kleiner kugeliger Bulbus hervor schaut. Die beiden männlichen Poren sind von einem gemeinschaftlichen, quer elliptischen, drüsigen, pigmentfreien Hof umgeben.

Die Eileiteröffnungen sind durch einen ventral-medianen, quer gestellten Schlitz auf der Intersegmentalfurche 13/14 (oder vorne auf dem 14. Segment?) markiert.

Die beiden Samentaschenöffnungen auf der Intersegmentalfurche 8/9 waren äusserlich nicht sichtbar.

Innere Organisation: Der Darm bildet sich vorne (in den Segmenten 8 und 9) zu zwei kleinen, aber kräftigen Muskelmägen um und trägt in den Segmenten 14 und 15 (?) je ein Paar Kalkdrüsen. Die Kalkdrüsen sind von gleicher Grösse.

D. Braunsi ist wie seine Verwandten plectonephridisch.

Geschlechtsorgane: Ich konnte nur die Prostatadrüsen mit den Penialborsten und die Samentaschen in genügender Deutlichkeit erkennen.

Die beiden Prostatadrüsen im 17. Segment sind schlauchförmig, lang und schlank. Der Drüsenteil ist zu einem flachen, abgerundet quadratischen Packet zusammengefaltet; der dünne, muskulöse Ausführungsgang ist frei und nur wenig gebogen. Die ganze Drüse legt sich fest an die Seitenwand des Körpers an. Unter dem Ausführungsgang liegt ein winziger, schwer frei zu legender Penialborstensack. Es gelang mir nur, eine einzige Penialborste heraus zu präparieren. Dieselbe (Fig. 8) ist sehr zart, etwa 0,6 mm lang und 0,005 mm dick, schwach gebogen. Am freien Ende verjüngt sie sich rasch, um dann wieder zu einem kleinen Endknopf anzuschwellen. Dieser Endknopf ist nicht einfach; doch konnte ich seine Gestalt nicht ganz genau erkennen; er scheint durch einen tiefen Kerbschnitt gespalten zu sein.

Zwei Samentaschen (Fig. 10) liegen im 9. Segment, an dessen Vorderrande sie ausmünden. Der Hauptteil der Samentaschen ist unregelmässig sackförmig; die basale Partie scheint etwas dickwandiger zu sein, doch ist ein scharf abgesetzter Ausführungsgang nicht vorhanden. In die Basis des Hauptteils münden zwei lange, schlauchförmige Divertikel ein, einer von vorne, der andere von hinten. Diese beiden Divertikel legen sich in mehrfacher Schlängelung fest an die äussere, der seitlichen Leibeswand zugewendete Seite des sackförmigen Hauptteils an. Die blinden Enden der beiden Divertikel stossen aneinander (bei der einen Samentasche erschien es mir, als ob sie mit einander verwachsen seien.)

Fundnotiz: Westafrika, Sierra leone (Dr. Brauns leg. 22. VI. 93).

Allgemeine Bemerkungen: Der soeben beschriebene Wurm gehört einer Gruppe von Arten an, deren Gattungs-Zuordnung noch etwas im Unklaren ist. Diese Arten sind: Dichogaster Damonis Bedd.*) von den Viti Ins., D. mimus Mich.**) und D. Hupferi

*) Beddard: On certain points in the structure of Urochaeta, E. P., and Dichogaster, n. g. etc. Qu. Journ. micr. Sci. Vol. 29, p. 3).

**) Michaelsen: Terricolen der Berliner Zoologischen Sammlung I (Arch. f. Naturg. 1891, Bd. I).

Mich.*) von Westafrika, Microdrilus saliens Bedd.**) von Singapore, sowie schliesslich Millsonia rubens Bedd. und M. nigra Bedd.***) von Westafrika. All' diesen Arten gemeinsam sind folgende Charaktere: „Die Borsten stehen zu 4 Paaren ganz an der „Bauchseite (dorsal-mediane Borstendistanz also grösser als der halbe Körperumfang); „die Nephridien sind diffus (plectonephridisch); der Darm bildet sich vorne zu zwei Muskel- „mägen um und trägt zwei oder drei Paar wohl ausgebildete Kalkdrüsen; zwei männliche „Poren liegen auf dem 17. Segment, der ventralen Mediane mehr oder weniger genähert „(bis ventral-median zu einem einzigen Porus verschmolzen); zwei Samentaschen münden „auf der Intersegmentalfurche 8/9 oder (seltener) 7/8 aus." Die Übereinstimmung in dieser grossen Zahl wesentlicher Charaktere kann wohl nur durch nahe Verwandtschaft erklärt werden. Ich war bisher der Ansicht, dass der Umfang einer Gattung nicht zu eng sei, um diese Arten zu umfassen; doch muss ich zugeben, dass manche, neuerdings von Beddard hervorgehobene Sonder-Charaktere geeignet sein mögen, eine andere Auffassung zu rechtfertigen. Ich denke hierbei vornehmlich an jene Bildung, die Beddard veranlasste, zwei Arten als Gattung Millsonia abzusondern, nämlich die Ausstattung des Magendarms mit einer grossen Zahl seitlicher Blindsäcke. Das ist sicherlich ein Charakter von Bedeutung; leider aber ist es zur Zeit nicht möglich, von allen in Frage kommenden Arten anzugeben, ob sie diese Bildung besitzen oder nicht. Bei Dichogaster Braunsi konnte ich nichts derartiges erkennen, ebenso wenig bei D. Hupferi, den ich nachträglich darauf hin untersuchte. Jene Arten, bei denen nichts über diese Partie des Darmes angegeben ist (Dichogaster Damonis, Microdrilus saliens und Dichogaster mimus) mögen diese Bildung ebenso gut besitzen wie entbehren. Da zur Feststellung der wesentlichen Organisations-Verhältnisse diese Partie des Darmes meistens unberücksichtigt bleiben konnte und auch blieb (ich meinentheils habe meine Untersuchungs-Objekte meistens nur bis etwa zum 26. Segment geöffnet, da ich sie aus museologischen Gründen möglichst schonen musste) so ist es leicht erklärlich, wenn eine solche Bildung übersehen wurde. Von Dichogaster mimus nehme ich an, dass er zur Gattung Millsonia gehört; ja ich halte es sogar für möglich, dass er mit M. rubens identisch ist, trotz scheinbarer Unterschiede; vergleicht man die Beschreibung Beddards von Millsonia rubens mit meiner älteren von Dichogaster mimus, so ergiebt sich eine so auffallende Übereinstimmung in der grössten Zahl der aufgeführten Charaktere, dass sich der Gedanke aufdrängt, die wenigen Differenzen zwischen den beiden Beschreibungen möchten auf Beobachtungsfehlern beruhen. Den Hauptteil dieser Beobachtungsfehler (die irrtümliche Einordnung der verschiedenen Partien des Vorderdarms) will ich gern auf meine Kappe nehmen. (Mein Untersuchungs-Objekt war sehr stark erweicht, so dass sich die inneren Organe bei der Eröffnung des Tieres verzerrten.) Auffallend ist zunächst die

---

*) Michaelsen: Beschreibung der von Dr. Stuhlmann auf Sansibar und dem gegenüberliegenden Festlande gesammelten Terricolen (Jb. Hamb. wiss. Anst. Bd. IX.)

**) Beddard: On some new species of Earthworms from various parts of the world (Proc. Zool. Soc. 1892.)

***) Beddard: On two new Genera, comprising Three new species, of Earthworms from Western Tropical Afrika (Proc. Zool. Soc. 1894).

Übereinstimmung im Habitus, sowohl was die Dimensionen (in meiner Beschreibung muss es selbstverständlich heissen: D. mimus ist 40 cm. — nicht 40 mm — lang) als auch was die eigenartige, nur selten bei Terricolen beobachtete rötliche Färbung anbetrifft. Es würde zu weit führen, wollte ich all die weiteren Übereinstimmungen aufführen; nur auf die eigenartige Gestalt der drei Kalkdrüsen-Paare will ich noch hinweisen, die in beiden Fällen durch denselben Vergleich veranschaulicht werden sollte (Dichogaster mimus: Kalkdrüsen in Loben zerspalten, die wie die Windungen des menschlichen Gehirns aussehen — Millsonia rubens: surface so much furrowed as to give them the look of a small though highly convoluted mammalian brain). Als Differenz ist zuerst zu erörtern die Lage des ersten Rückenporus; bei dem Untersuchungs-Objekt Beddard's scheinen die ersten Rückenporen, wie es leider häufig bei konserviertem Material der Fall ist, geschlossen und infolgedessen unsichtbar gewesen zu sein. Was die Lage der Muskelmägen anbetrifft, so beruht meine Angabe, die ja nicht einmal in der Form verständlich gehalten ist, sicherlich auf einem Schreib- oder Druckfehler; bei der Angabe über die Lage der Kalkdrüsen mag ich mich um ein Segment versehen haben. Die Samentaschen allein geben wohl kaum genügende Veranlassung zur Aufstellung zweier verschiedener Arten; freilich sollen bei Beddard's Objekt die Samentaschen ohne Divertikel sein; während ich bei meinem eine warzenförmige Wucherung an dem Basalteil fand; aber schon Beddard vermutete, dass in dem Basalteil der Samentaschen Samenkämmerchen enthalten seien (Homologa der Divertikel); eine Ueberfüllung jener Kämmerchen (die ich bei D. mimus thatsächlich beobachten konnte) mag jenes warzenförmige Hervorragen veranlasst haben. Am schwersten ins Gewicht fällt wohl die Verschiedenheit zwischen den Angaben über die Lage und Ausmündung der Samentaschen. Ich sah die Samentaschen-Öffnungen bei D. mimus deutlich auf der Intersegmentalfurche 8/9; bei Beddard's Untersuchungs-Objekt waren die Samentaschen äusserlich nicht erkennbar, da die Ausführungsgänge der Samentaschen aber häufig innerhalb der Leibeswand noch kurze Strecken nach vorne oder nach hinten verlaufen, so ist eine Bestimmung ihrer Mündung allein nach Untersuchung der inneren Lage nicht immer sicher. Erwähnen will ich noch, dass die Fundorte der beiden Tiere (D. mimus stammt von Acra, M. rubens von Lagos) nur 60 geogr. Meilen von einander entfernt liegen. Ich beabsichtige übrigens nicht, diese beiden Arten schon jetzt endgültig zu vereinen; ich möchte nur auf die Möglichkeit einer Identität hinweisen, deren Zutreffen oder Nichtzutreffen durch Untersuchungen an weiterem Material nachzuweisen ist.

Ein zweiter wichtiger Unterschied innerhalb der in Rede stehenden Gruppe von Terricolen liegt in dem Vorhandensein von Penialborsten bei den einen (Microdrilus saliens Bedd., Dichogaster Hupferi und D. Braunsi) und deren Fehlen bei den übrigen. Nachdem selbst eine Benhamie ohne Penialborsten zur Beobachtung gelangt ist (B. inermis Mich.*). kann ich diesem Unterschied keine besondere Bedeutung mehr beilegen.

*) Michaelsen: Terricolen der Berliner Zoologischen Sammlung II (Arch. f. Naturg. 1892, Bd. I.).

Welche Bedeutung der Unterschied in der Zahl der Prostatadrüsen hat, ist wohl schwer zu sagen; solange aber Rosa's Hypothese*) über die Homologie der »birnförmigen Säcke« von Microchaeta Benhami und anderen Terricolen mit Prostatadrüsen sowie über die Abstammung des einen, bezw. der zwei Prostatadrüsen-Paare von vielzähligen, geschlechtlich indifferenten Organen seine Giltigkeit hat, brauchen wir die Dreizähligkeit der Prostatadrüsen von Dichogaster Damonis kaum für etwas anderes zu halten, als einen atavistischen Charakter.

Als Resultat der vergleichenden Betrachtung der Dichogaster-Gruppe stelle ich folgendes fest: Die Stamm-Art, Dichogaster Damonis Bedd., steht wegen der Dreizähligkeit der Prostatadrüsen-Paare und der Ausmündungsstelle der Samentaschen etwas isoliert innerhalb der Gruppe. Die zwei oder drei Millsonia-Arten, Dichogaster mimus Mich., Millsonia rubens Bedd. und M. nigra Bedd., bilden einen kleinen Sonderkomplex nahe verwandter Arten; einen Sonderkomplex bilden ferner die drei Arten, bei denen Penialborsten vorhanden sind, Dichogaster Hupferi, Microdrilus saliens und Dichogaster Braunsi. Will man der Auffassung Beddards folgen und ihr den richtigen systematischen Ausdruck geben, so sind die in Rede stehenden Arten wie folgt zu benennen.

Dichogaster Damonis Bedd.

Millsonia mima Mich.

Millsonia rubens Bedd.

Millsonia nigra Bedd.

Microdrilus Braunsi Mich.

Microdrilus saliens Bedd.

Microdrilus Hupferi Mich.

Benhamia insularis nov. spec.

Von dieser kleinen Art liegt mir ein ausgewachsenes Exemplar (und ein unreifes?) vor.

Äusseres: Das reife Stück ist 42 mm lang, $1^1/_2$ bis 2 mm dick und besteht aus 128 Segmenten. Die Farbe ist ein unreines, fleckiges Graugelb, welches vorne am Rücken durch ein schwaches rotbraunes Pigment überdeckt wird.

Die Gestalt des Kopflappens war nicht erkennbar.

Die Borsten stehen zu vier engen Paaren per Segment ganz an der Bauchseite. Die ventral-mediane Borstendistanz ist etwas kleiner als die Entfernung zwischen den beiden Paaren einer Seite. Die dorsal-mediane Borstendistanz ist annähernd gleich $^3/_4$ des ganzen Körperumfanges.

*) Rosa: Die exotischen Terricolen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums (Ann. naturh. Hofmus. VI. Bd., 1891).

Rückenporen sind von der Intersegmentalfurche 12/13 (?) an erkennbar.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel ist bei dem vorliegenden Exemplar noch nicht deutlich ausgebildet. Zwei Paar Prostatadrüsen-Öffnungen liegen ziemlich dicht zusammen gedrängt auf den Segmenten 17 und 19 in den Linien der ventralen Borstenpaare. Die Öffnungen je einer Seite sind durch eine geschweifte Längsfurche verbunden.

Zwei Paar Samentaschen-Öffnungen liegen auf den Intersegmentalfurchen 7/8 und 8/9, ebenfalls auf den Linien der ventralen Borstenpaare.

Innere Organisation: Der Oesophagus bildet sich vorne zu zwei kräftigen Muskelmägen um und trägt in den Segmenten 15, 16 und 17 je ein Paar Kalkdrüsen. Die Kalkdrüsen sind von gleicher Grösse.

B. insularis ist wie alle Benhamien plectonephridisch.

Geschlechtsorgane: Zwei Paar Prostatadrüsen liegen in den Segmenten 17 und 19, an die Seitenwände derselben angelehnt. Sie sind schlauchförmig. Der etwas dickere, opak-weisse Drüsenteil ist schwach und unregelmässig geschlängelt und einmal zurückgeschlagen. Der muskulöse Ausführungsgang ist lang und dünne, gerade gestreckt. Jede Prostatadrüse ist mit einem Penialborstensack ausgestattet; die Penialborsten (Fig. 13) sind zart, schlank und dünne. Ihre Länge beträgt etwa 0,8 mm, ihre Dicke im Maximum 0,012 mm. Ihr äusseres Ende ist schlanker und erhält durch eigenartige spiralige oder ringförmige Verdickungen eine schwach wellige Kontur. Die äusserste Spitze des sehr schlanken äusseren Endes ist keulenförmig oder knopfförmig angeschwollen.

Zwei Paar Samentaschen liegen in den Segmenten 8 und 9. Jede Samentasche besteht aus einem kleinen, nahezu kugeligen Hauptraum und einem viel grösseren, dickmuskulösen Basalteil. In den Basalteil (ungefähr in halber Höhe) mündet ein kurzer, am freien Ende keulenförmig angeschwollener Divertikel ein.

Fundnotiz: Westafrika, Sierra leone, Scherbro-Insel (Dr. Brauns leg.).

Perichaeta Guillelmi nov. spec. (Fig. 7).

Dieser Art gehört die Hauptmasse des schönen, von Herrn Wilhelm Löhr in China gesammelten Materials an. Der vorzügliche Erhaltungszustand desselben gestattete eine genaue Untersuchung der Organisation.

Äusseres: Das grösste Exemplar ist 100 mm lang, 5 bis 7 mm dick und setzt sich aus 108 Segmenten zusammen. Andre ebenfalls geschlechtsreife Exemplare sind beträchtlich kleiner. Die grösste Dicke besitzen die mittleren, hinter dem Gürtel gelegenen Körperpartien; die Verjüngung gegen das Hinterende ist meistens sehr auffallend. Der Körper ist im Allgemeinen drehrund; doch erscheint bei geschlechtsreifen Tieren die Partie zwischen den stark vorragenden männlichen Geschlechtspapillen stark gespannt und in Folge davon abgeflacht; während die seitlich über jenen Papillen liegenden Partien schwach eingedrückt erscheinen.

Die Farbe der Tiere ist ein gleichmässiges Graugelb. Nur wenige Stücke zeigen am Vorderkörper dorsal-median einen verwaschenen braun pigmentierten Längsstreifen.

Der Kopflappen ist klein und treibt einen breiten, kurzen dorsal-medianen Fortsatz bis fast zur Mittelzone des ersten Segments.

Die Borstenzonen sind am Vorderkörper deutlich, am Mittelkörper undeutlich und am Hinterende stark wallförmig erhaben. Die Borsten bilden gleichmässige, vollkommen geschlossene Ringe; höchstens ist die dorsal-mediane Borstendistanz um ein Geringes grösser als die übrigen Entfernungen zwischen zwei benachbarten Borsten. Die Zahl der Borsten eines Segments ist dicht hinter dem Gürtel am grössten. Ich konnte an einem normal ausgebildeten Exemplar folgende Borstenzahlen feststellen:

Segment:	II	V	XIII	XXV
Zahl:	30	39	52	56

Rückenporen sind deutlich erkennbar; der erste liegt auf der Intersegmentalfurche 12/13.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel ist ringförmig und nimmt die Segmente 14, 15 und 16 in Anspruch. Er ist meistens scharf abgesetzt, etwas erhaben, vollkommen glatt. Die Intersegmentalfurchen sind in der Gürtelregion nur undeutlich erkennbar, die Borsten sind vollkommen unsichtbar. Unverändert aber erscheinen die Rückenporen.

Die männlichen Geschlechts-Oeffnungen liegen auf der Borstenzone des 18. Segments, ventral, sehr weit auseinander gerückt. Sie erscheinen in der Form stark hervorragender kugeliger Tuberkeln, die noch von einem unvollkommenen, nach der Mediane zu offenen Wall umgeben sind. Durch Einkerbungen und dazwischen liegende Auftreibungen erhalten diese Wälle ein unregelmässiges Aussehen. Die Reihe der zwischen den männlichen Poren liegenden Borsten zieht sich jederseits bis auf die höchste Kuppe des männlichen Geschlechts-Tuberkels hinauf. Ich zählte 17 Borsten zwischen den männlichen Geschlechts-Öffnungen, kaum weniger als auf den entsprechenden Strecken der benachbarten Segmente.

Die Eileiter-Öffnungen sind durch ein kreisrundes oder quer elliptisches Feldchen, ventral-median auf dem 14. Segment gelegen, markiert.

Drei Paar Samentaschen-Öffnungen liegen auf den Intersegmentalfurchen 6/7, 7/8 und 8/9; sie sind nicht immer deutlich erkennbar.

Geschlechts-Papillen sind nicht vorhanden.

Innere Organisation: Die Dissepimente des Vorderkörpers 5/6 bis 7/8 und 10/11 bis 13/14, sind kräftiger als die übrigen, die beiden ersten (5/6 und 6/7) noch durch einen zottigen Besatz der Vorderseite verstärkt. Die Dissepimente 8/9 und 9/10 fehlen.

Der Darm modifiziert sich vor dem ersten deutlichen Dissepiment, also in den Segmenten 1 bis 5, zu einem umfangreichen Schlundkopf und im 8. bis 10. Segment zu einem kräftigen Muskelmagen. Im 15. Segment geht der enge Oesophagus in den weiten, dünnwandigen Magendarm über. Im 26. Segment trägt der Magendarm ein Paar seitliche Blindsäcke. Dieselben sind an der Basis breit und verengern sich gegen das blinde Ende. Sie erstrecken sich ungefähr bis in das 23. Segment nach vorne. Die von ihnen durch-

brochenen Dissepimente verursachen tiefe, ringförmige Einschnürungen. Ausser den dissepimentalen Einschnürungen zeigen die Blindsäcke noch eine grössere Zahl weniger tiefer Einschnürungen. Vor den Blindsäcken, also in der Partie zwischen dem 15. und 26. Segment, ist der Magendarm durch tiefe, seitliche, dissepimentale Einschnürungen und dementsprechende segmentale seitliche Aussackungen charakterisiert. Eine Typhlosolis ist in dieser Darmstrecke nicht vorhanden. Mit dem 26. Segment werden die dissepimentalen Einschnürungen schwächer. Die Wandungen des Magendarms werden von hier an noch zarter und erscheinen an der Innenseite mit zahlreichen flachen Papillen besetzt. Zugleich beginnt mit dem 26. Segment eine zarte Typhlosolis, die jedoch nicht bis an das Hinterende des Darmes geht, sondern vorher flacher wird und verschwindet.

Vier Paar seitliche, herzartige Gefässe finden sich in den Segmenten 10 bis 13.

Die Nephridien bilden einen zarten, zottigen Besatz an der Innenseite der Leibeswand.

Geschlechtsorgane: Je ein Paar Samenblasen liegt ventral in den Segmenten 10 und 11. Dieselben stehen mit je einem Paar Samensäcken in den Segmenten 11 und 12 in Verbindung. Jede Samenblase umhüllt einen umfangreichen Samentrichter.

Die Prostatadrüsen nehmen mehrere Segmente in Anspruch, etwa die Segmente 15 bis 22. Sie sind vielfach zerschlitzt und gelappt und münden durch einen langen, einmal zusammengelegten Ausführungsgang aus. Die proximale Hälfte des Ausführungsganges ist schlank und zart, die distale Hälfte dagegen stark angeschwollen, muskulös verdickt.

Ein Paar grosse, büschelige Ovarien liegen ventral im 13. Segment, an dessen Vorderrand sie befestigt sind. Ihnen gegenüber liegen zwei Eitrichter.

Drei Paar Samentaschen liegen in den Segmenten 7, 8 und 9, an deren Vorderrändern sie ausmünden. Jede Samentasche (Fig. 7) besteht aus einem Hauptteil und einem Divertikel. Der Hauptteil setzt sich aus einem dünnwandigen, unregelmässig gestalteten Sack und einem kräftigen muskulösen Ausführungsgang zusammen. In die Basis des Ausführungsganges mündet der Divertikel ein. Dieser ist schlank, schlauchförmig. Man kann an ihm einen kurzen, dünnen, geraden oder nur schwach gebogenen Ausführungsgang und einen langen, an der Basis dickeren, gegen das blinde Ende allmählich dünner werdenden Samenraum unterscheiden. Der Übergang vom Ausführungsgang in den Samenraum ist nicht scharf abgesetzt. Der Samenraum ist in der Regel zu regelmässigen, schlangenförmigen Windungen zusammen gelegt. Diese Windungen sind in der basalen, dickeren Partie umfangreicher und werden gegen das blinde Ende kleiner. Die Regelmässigkeit dieser Windungen ist häufig stark gestört, manchmal verschwinden sie zum Teil oder ganz. Als charakteristisches Merkmal bleibt immer die Verdickung des Samenraums in seinem unteren Teil bei allmählicher Verengung gegen das blinde Ende. Jede Samentasche ist mit zwei sich gegenüber stehenden oder (seltener) mit einer einzigen Nebendrüse (Beddard's capsulogenous glands) ausgestattet; dieselben bestehen aus einem kugeligen Drüsenteil und einem schlanken Ausführungsgang, der mit dem Ausführungsgang der Samentasche gemeinsam nach aussen mündet.

Fundnotiz: China, Provinz Hupei, Shi-hui-yao bei Wuchang (Herr W. Löhr leg.).

Perichaeta hupeiënsis nov. spec. (Fig. 11 und 12).

Diese Art ist in der Regenwurm-Ausbeute des Herrn W. Löhr durch 3 Exemplare vertreten, von denen aber nur eines vollkommen geschlechtsreif, ein anderes halbreif ist.

Äusseres: P. hupeiënsis ist eine ausnehmend kleine Perichaeta-Art. Das ausgewachsene Exemplar ist 40 mm lang, 3 bis $3^1/_2$ mm dick und besteht aus 129 Segmenten. Von den jugendlichen, gleich grossen Stücken der P. Guillelmi unterscheidet sich P. hupeiënsis leicht durch die Körper-Gestalt; bei diesem Tier findet sich nämlich das Maximum der Dicke vor dem Gürtel, etwa am 8. Segment.

Die Farbe der konservierten Tiere ist ein gleichmässiges Graugelb; irgend welche Pigmentierung ist nicht erkennbar.

Der Kopflappen ist klein, stark zurückgezogen. Ein kurzer, breiter dorsaler Fortsatz ist nur undeutlich erkannt worden. Die Mittelzonen der Segmente sind nicht besonders stark erhaben.

Die Borsten sind ungemein zart, eng gestellt und sind in grosser Zahl vorhanden. Es wollte mir nicht gelingen, ihre genaue Anzahl in einem Segmente festzustellen; doch glaube ich mit ziemlicher Sicherheit angeben zu können, dass sie im 26. Segment nicht stark von 80 abweicht. Die Borsten bilden gleichmässige, ununterbrochene Ringe.

Rückenporen sind nur hinter dem Gürtel deutlich erkennbar.

Äussere Geschlechts-Charaktere: Der Gürtel (Fig. 11) ist stark erhaben, ringförmig und erstreckt sich über die 3 Segmente 14, 15 und 16. Intersegmentalfurchen sind in der Gürtelregion nicht erkennbar, wohl aber der ventrale Teil der Borsten-Ringe. Lateral und dorsal sind am Gürtel keine Borsten zu erkennen. Der Hinterrand des Gürtels (die Intersegmentalfurche 16/17) zeigt ventral jederseits vor der männlichen Geschlechts-Öffnung eine schwache Ausbuchtung nach vorne. Das ganze 17. Segment, besonders deutlich dessen Borsten-Kette, macht diese beiden ventralen Ausbuchtungen mit.

Hinter diesen Ausbuchtungen, auf dem 18. Segment, liegen die beiden männlichen Geschlechtsporen auf schwach erhabenen, quergestellten, weisslichen Papillen. Diese männlichen Geschlechtsporen stehen bei P. hupeiënsis dichter bei einander als bei anderen Perichaeten; die Entfernung zwischen ihnen ist annähernd gleich dem halben Körper-Durchmesser. Je ein Paar grau schimmernder Geschlechtspapillen steht auf den Intersegmentalfurchen 17/18 und 18/19, der ventralen Medianlinie etwas mehr genähert als die männlichen Poren. Während sich diese Papillen nach aussen zu lang ausziehen und mit den Papillen der männlichen Poren gemeinsam abfallen, zeigen sie nach innen zu (gegen die ventrale Medianlinie) eine steilere und schärfer markierte Begrenzung. Jederseits bilden die beiden Geschlechtspapillen mit dem zwischen ihnen liegenden Tuberkel des männlichen Porus ein sehr charakteristisch gestaltetes Geschlechtsfeld.

Die Ausmündungen der Eileiter sind äusserlich durch ein quer-elliptisches Feldchen ventral median auf dem 14. Segment markiert.

Zwei Paar Samentaschenöffnungen liegen auf den Intersegmentalfurchen 7/8 und 8/9; doch konnten sie äusserlich nicht wahrgenommen werden.

Innere Organisation: Am Darm erkennt man vorne einen mittelgrossen Muskelmagen. Im 26. Segment trägt der Darm ein Paar kleine, zipfelförmige, unregelmässig gekerbte Seitentaschen, die nur durch etwa 3 Segmente nach vorne hinragen.

P. hupeiensis ist plectonephridisch; die einzelnen Nephridialzotten sind verhältnismässig gross.

Geschlechtsorgane: Die Prostatadrüsen bestehen aus einem weissen Drüsenteil und einem gelblichen, muskulösen Ausführungsgang. Der Drüsenteil ist ziemlich gross und nimmt mehrere Segmente in Anspruch. Er ist abgeplattet, etwas länger als breit, unregelmässig zerschlitzt. Der Ausführungsgang ist in seiner ganzen Länge gleich dick. Er bildet eine unregelmässige Schleife.

Zwei Paar Samentaschen (Fig. 12) liegen in den Segmenten 8 und 9, an deren Vorderrändern sie ausmünden. Jede Samentasche besteht aus einem sackförmigen Teil und einem Divertikel. Der sackförmige Teil ist ziemlich lang. Er besitzt keinen scharf abgesetzten Ausführungsgang; doch zeigt der etwas schmälere Basalteil eine etwas stärkere Muskellage. Der Divertikel mündet in die Basis des sackförmigen Teils ein. Er ist lang, schlauchförmig und überragt den sackförmigen Teil um ein bedeutendes. Meistens ist er vielfach und unregelmässig gekrümmt. Sein Basalteil bis etwa zu einem Sechstel der ganzen Länge kann als Ausführungsgang angesehen werden; er ist dünne, schlank, muskulös und sein Lumen ist eng und einfach. Er erweitert sich allmählich zu dem Samenraum, dessen Wandung innen in viele kleine Falten gelegt ist. Dieser Samenraum zeigt unregelmässige Anschwellungen. An seiner dicksten Stelle ist er ungefähr halb so dick wie der sackförmige Teil der Samentasche..

Fundnotiz: China, Provinz Hupei, Shi-hui-yao bei Wuchang (Herr W. Löhr leg.)

Figuren-Erklärung.

Anteus Appuni Mich.

Fig. 1. Senkrechter Längsschnitt durch eine männliche Geschlechtseinsenkung; $\frac{7}{1}$.

Fig. 2. Horizontaler Längsschnitt durch den Kopf in der Höhe des Kopflappens (ventraler Abschnitt); $\frac{7}{1}$.

Fig. 3. Vorderer Teil desselben Objektes (die Oberlippen-artige dorsale Partie des Kopfringes mit dem Kopflappen ist zurückgeklappt, um die Unterlippen-artige ventrale Partie des Kopfringes zur Anschauung zu bringen); $\frac{10}{1}$

Anteus Schütti nov. spec.

Fig. 4. Geschlechts-Region in der Ventral-Ansicht; $\frac{3}{1}$.

Fig. 5. Oesophagealtasche (Kalkdrüse-Chylustasche); $\frac{10}{1}$.

Fig. 6. Freies Ende einer Geschlechtsborste; $\frac{180}{1}$.

Perichaeta Guillelmi nov. spec.

Fig. 7. Samentasche; $\frac{15}{1}$.

Dichogaster Braunsi nov. spec.

Fig. 8. Freies Ende einer Penialborste; $\frac{700}{1}$.

Fig. 9. Geschlechts-Region in der Ventral-Ansicht; $\frac{6}{1}$.

Fig. 10. Samentasche; $\frac{15}{1}$.

Perichaeta hupeiënsis nov. spec.

Fig. 11. Geschlechts-Region in der Ventral-Ansicht; $\frac{10}{1}$.

Fig. 12. Samentasche; $\frac{30}{1}$.

Benhamia insularis nov. spec.

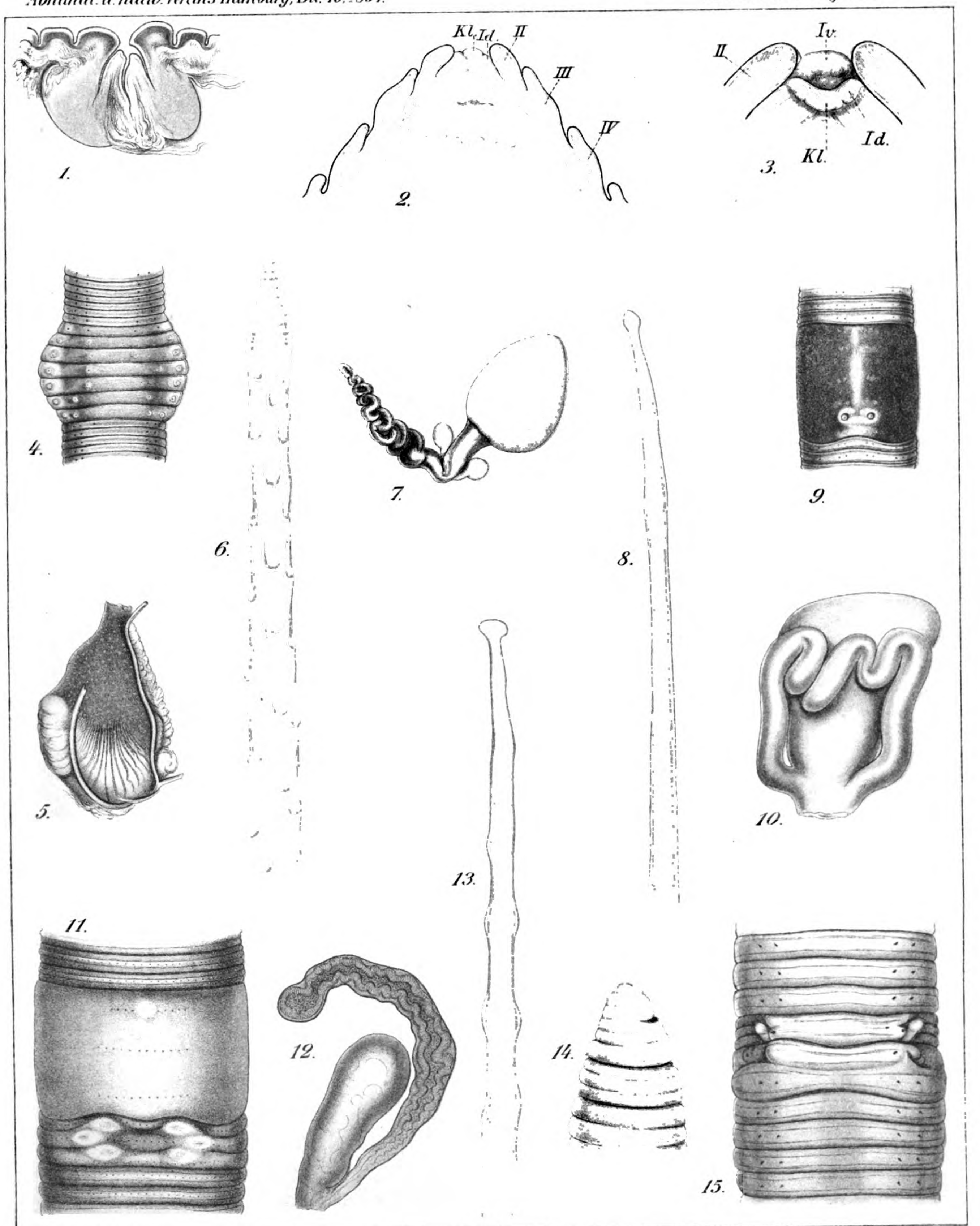
Fig. 13. Freies Ende einer Penialborste; $\frac{700}{1}$.

Alma nilotica Grube-Rüppel.

Fig. 14. Kopfende in der Seitenansicht; $\frac{10}{1}$.

Criodrilus Iheringi nov. spec.

Fig. 15. Geschlechts-Region in der Ventral-Ansicht; $\frac{7}{1}$.



Druck v. C. L. Kaacke & Söhne Hamburg.

Revision

der

Tarantuliden Fabr.

(= Phryniden Latr.)

Von

Karl Kraepelin.

Revision der Tarantuliden Fabr.

(Phryniden (Latr.)

Von

Karl Kraepelin.

Die Nomenklatur und Systematik der Geisselskorpione gehört, wie schon Karsch (40*), pag. 189) hervorhebt, zu den schwierigsten Kapiteln der systematischen Zoologie. Es erscheint daher zweckdienlich, ehe ich auf die Ergebnisse eigener Untersuchungen eingehe, in einem kurzen historischen Rückblick die allmähliche Entwickelung unserer Kenntnis und den jetzigen Stand derselben darzulegen.

Der erste Forscher, welcher unserer Tiere Erwähnung thut, ist Steph. Blankaart (1), welcher im Jahre 1688 einen Geisselskorpion von Surinam abbildet. Ihm folgen mit ähnlichen Abbildungen Petiver (2), Eleazar Albin (3) und Patrik Brown (4). In den Linné'schen Schriften begegnet uns ein hierher gehöriges Tier zuerst in der Editio X seines Systema naturae (1758). Dasselbe ist als »Phalangium reniforme« bezeichnet. Eine kurze Beschreibung und die Buchstaben M. L. U. (Museum Ludovicae Ulricae) beweisen, dass Linné thatsächlich ein Exemplar dieser Tiergruppe vor Augen gehabt und zwar sonder Zweifel dasselbe, das er sechs Jahre später im Museum Ludovicae Ulricae (1764) sehr ausführlich und erkennbar beschrieben hat.**) Leider fügt Linné seiner kurzen Diagnose im Systema naturae ein Citat aus der Brown'schen Arbeit bei, wol in dem Gedanken an die Möglichkeit***), dass dieser Autor die nämliche Form vor sich gehabt, wie er

*) Die eingeklammerten Zahlen verweisen auf das am Schluss beigefügte Litteraturverzeichnis.

**) Aus der langen Beschreibung sei als wesentlich hervorgehoben: »Palpi corpore quadruplo longiores, setacei, nigri, mutici; articulo primo brevissimo crassiore; secundo antice hispido, corpore longiore; tertius longitudine secundi, vix hispidus, terminatus aculeis robustis quorum duo magni. — Diese Charakterisierung is so eindeutig, dass Latreille (18), v. d. Hoeven (24) und Karsch (40) übereinstimmend die Identität dieser Form mit dem später von Pallas (10) aufgestellten Phalangium lunatum erkannten. Entscheidend aber für die ganze Frage ist die erfreuliche Thatsache, dass nach den eingehenden brieflichen Mitteilungen des Herrn Dr. C. Aurivillius das Linnésche Originalexemplar unzweifelhaft noch heutigen Tages in Upsala existiert und in jeder Hinsicht als typischer »Phrynichus lunatus« sich erweist.

***) Es verdient hervorgehoben zu werden, dass Linné augenscheinlich über diesen Punkt nicht sicher war. Er hätte sonst gewiss, wie bei anderen Formen, mit der einfachen Litteraturangabe sich begnügt, während er in diesem Falle die Diagnose Brown's in extenso wiedergiebt.

selbst. Dieses Citat ist die Ursache endloser Verwirrungen*) geworden, da erst 50 Jahre später die fundamentale Verschiedenheit der beiden in Rede stehenden Thierarten erkannt wurde. So beschrieb Pallas im Jahre 1772 eine dem Brown'schen Geisselskorpion nahe stehende Form als Phalangium reniforme, während er die Linné'sche Art mit dem neuen Namen Ph. lunatum belegte, und ihm folgten im Wesentlichen Fabricius in seinen verschiedenen Publikationen, Linné in den späteren Ausgaben seines Systema (z. B. Editio XIII), Herbst (13) und Andere. Fabricius führte im Jahre 1793 (12, p. 433) zuerst den Gattungsnamen Tarantula ein, als dessen erste Spezies er T. reniformis aufführt. Dieser Gattungsname, so unpassend er im Uebrigen für unsere Tiergruppe erscheinen mag, muss demnach, wie Pocock (56, pag. 274) mit Recht betont, unter allen Umständen den Vorrang behalten, da die spätere Behauptung Latreille's (15) der von ihm angewandte Name Phrynus sei schon vor 1793 von Ollivier aufgestellt, nach den eingehenden Forschungen v. d. Hoevens (24, pag. 80 Anm.) und Thorells (50, pag. 529) sich als irrig herausgestellt hat. Schwieriger schon ist die weitere Frage, ob nun der Gattungsname Tarantula (resp. Phrynus) dem Brown'schen oder aber dem Linné'schen Geisselskorpion zuzuerkennen sei. Karsch (40, pag. 194), und nach ihm Thorell (50, p. 529) und Pocock (56, pag. 274), haben sich für Ersteres entschieden, wodurch ein neuer Gattungsname — Phrynichus — für die Linne'sche Form nötig wurde. Eine genauere Analyse der Thatsachen scheint mir jedoch eine gerade entgegengesetzte Schlussfolgerung herbeizuführen. Gewiss ist es sicher, dass Fabricius, als er den Gattungsnamen Tarantula aufstellte, eine Art der Brown'schen Gattung vor sich hatte.**) Allein seine Namengebung »Tar. reniformis« beweist deutlich, dass er die Linné'sche Form vor Augen zu haben glaubte, wie er denn auch unter den Citaten die Linné'schen Schriften an erster Stelle anführt. Fabricius wollte also das Linné'sche Phalangium reniforme zum Typus seiner Gattung Tarantula machen, und dieser Absicht können wir nur gerecht werden, wenn wir eben für das Linné'sche Original den Gattungsnamen Tarantula reservieren, ganz gleichgültig, ob Fabricius sich in der Bestimmung seines Tieres geirrt hat oder nicht. — Den zwei bis dahin bekannten Arten, der Tarant. reniformis L. (= lunata Pall.) und der Tarant. reniformis (Pall.), fügte Herbst (13) im Jahre 1797 zwei weitere hinzu, indem er gleichzeitig den alten Gattungsnamen Phalangium wieder aufnahm. 1801 schuf Lamarck (14) den neuen Gattungsnamen Phrynus, und Latreille (15) suchte ein Jahr später diesem Namen durch Olliviers Autorität den Vorrang vor Tarantula zu geben (vgl. oben). Im Jahre 1806 erkannte Latreille (18), dass Pallas, Fabricius und Herbst sich in der Identifizierung des Linné'schen Phal. reniforme geirrt hätten, ohne indess die Nomenklatur dementsprechend

*) Noch ganz neuerdings glaubt Pocock (56, p. 297), mit aller Entschiedenheit die amerikanische Form, welche Brown beschrieb, eben dieses Citates wegen als den Typus des Linné'schen Phal. reniforme in Anspruch nehmen zu sollen. Ich denke jedoch, dass die Anführung eines falschen Citates nun und nimmer die Deutung eines unzweifelhaft vorhanden gewesenen und noch vorhandenen Originalexemplars beeinträchtigen kann.

**) Dieses Fabricius'sche Originalexemplar des Kieler Museums ist mir von Herrn Prof. K. Brandt in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt; es ist das Phalangium palmatum Herbst.

zu berichtigen. Weitere Arbeiten von Bedeutung sind dann erst wieder aus den vierziger Jahren zu verzeichnen, wo van der Hoeven, Gervais und C. L. Koch sich fast gleichzeitig mit unserer Tiergruppe beschäftigen. Ersterer (24) führt nach einer eingehenden historischen Skizze das Linné'sche Phalang. reniforme auf das Phal. lunatum Pall. zurück und entdeckt eine Tarantula mit »Arolium«, die er fälschlich mit Phal. medium Herbst identifiziert. Gervais (22, 27) beschreibt 9, C. L. Koch (23) sogar 10 Spezies der Gattung Phrynus, unter denen sich 4, resp. 5 neue befinden. In seinem System der Arachniden (28) macht Koch dann den Versuch, die alte Gattung Phrynus (= Tarantula Fabr.) in mehrere Genera — Phrynus, Damon und Admetus — zu spalten, ohne dass es ihm gelungen wäre, wirklich natürliche Unterscheidungsmerkmale aufzufinden. Nachdem dann im Laufe der folgenden Jahrzehnte durch Lucas (30), Wood (31, 32, 33), L. Koch (34), Bilimek (35), Gerstaecker (36), Butler (37) und Simon (38, 39) eine Reihe weiterer Formen beschrieben waren, nahm Karsch (40) im Jahre 1879 den Versuch einer Spaltung in natürliche Genera wieder auf, wozu ihm die Beobachtung wechselnder Gliederzahl an den Tibien der vierten Beinpaare — 1, 2, 3 und 4 Glieder — die Handhabe zu bieten schien. Seine vier Gattungen — Phrynichus, Damon, Tarantula und Charon — wurden, trotz Butler's (41, 43) Widerspruch, bis in die neueste Zeit anerkannt, wenngleich schon Thorell (50) auf eine Reihe weiterer wichtiger Gattungscharaktere aufmerksam machte und die Gattung Catageus neu hinzufügte. Den grössten Fortschritt in der natürlichen Gruppierung der Formen repräsentiert wol die kleine Arbeit von Simon (52), in welcher er die drei Sub-Familien der Phrynichinen, Tarantulinen und Charontinen mit zusammen acht Gattungen unterscheidet. Ihm schliesst sich Hansen (53), der zum ersten Mal auch den Altersunterschieden seine Aufmerksamkeit zuwendet, unter Hervorhebung einiger weiterer Charaktere im Wesentlichen an; ebenso Pocock in seinen neuesten Publikationen (54, 55, 56), in denen er den grössten Teil des im Britischen Museum befindlichen Materials unter Aufstellung zahlreicher neuer Genera und Arten beschreibt. Die Zahl der Gattungen ist hierdurch von 8 auf 12, die der Arten von einigen 40 auf einige 60 gestiegen. Es wird in Folgendem unsere Aufgabe sein, eine kritische Übersicht über alle diese Formen zu geben.

Das *Material,* welches meinen Untersuchungen zu Grunde liegt, entsprach zwar nicht in vollem Umfange den Erwartungen, welche ich an das liebenswürdige Entgegenkommen der Museen zu Berlin, Bremen, Dresden, Frankfurt a. M., Genua, Göttingen, Kiel, Kopenhagen, Leyden, Lübeck, München, Stockholm, Wien, sowie der Herren E. Simon und L. Koch knüpfen zu dürfen hoffte, da unsere Tiergruppe in den meisten Zoolog. Sammlungen nur sparsam vertreten ist. Immerhin wird die Gesamtmasse mindestens die dreifache Zahl der im Britischen Museum enthaltenen Exemplare repräsentieren, und in vielen Fällen war ich in der Lage, die weitgehende Variation der Tiere, besonders der verschiedenen Altersstufen, an reichhaltigem Material von demselben Fundorte zu studieren.

Wie schon oben hervorgehoben, hat bisher nur Hansen (53, p. 161) an dem Beispiel des »Phrynichus nigrimanus« Koch gezeigt, dass die verschiedenen Massverhält-

nisse von Breite und Länge des Thorax, Länge der Palpen oder seiner Teile zum Körper, ja selbst die Ausbildung gewisser Dornen als Speziescharaktere nicht oder doch nur mit äusserster Vorsicht zu gebrauchen sind. Meine eigenen Untersuchungen bestätigen diese Wahrnehmungen vollauf, ja ich kann hinzufügen, dass auch die Färbung, Ringelung der Beine, die Körnelung des Körpers und seiner Anhänge, das Vor- und Zurücktreten der Stirnspina, die relative Länge der Palpen-Dornen zu einander und zu dem Gliede, dem sie aufsitzen, in gleicher Weise weitgehende Variationen erkennen lassen. Im speziellen Teil wird dies des Näheren zu erörtern sein. Die völlige Ausserachtlassung aller dieser Thatsachen macht es allein erklärlich, dass die an und für sich formenarme Gruppe in die oben genannte Riesenzahl von 60 und mehr Spezies zerlegt werden konnte. — Die Darleihung zahlreicher Originalexemplare von Fabricius, Herbst, Perty, C. L. Koch, L. Koch, Thorell, Simon, u. A. ist mir für die Identifizierung mannigfacher ungenügend beschriebener oder neuerdings aufgestellter Formen von grossem Vorteil gewesen.

Die Subfamilien der Tarantuliden.

Will man die wenigen Genera der Tarantuliden in Subfamilien gruppieren, so wird man sich im Wesentlichen mit der von Simon (52) vorgeschlagenen Dreiteilung einverstanden erklären müssen. Nur über die systematische Wertschätzung einiger der aufgeführten Unterschiede und über die Verwandtschaftsverhältnisse der 3 Unterfamilien zu einander kann man anderer Ansicht sein, wie denn ja schon Hansen (53) eine nähere Beziehung der Charontinen zu den »Tarantulinen« auf Grund einer rudimentären Gelenkbildung am 2. Tarsale bei den letzteren betont hat. Die von Simon gewählte Reihenfolge: »Charontinen, Phrynichinen, Tarantulinen« wird daher von Hansen in Phrynichinae, Tarantulinae, Charontinae umgeändert, und diese Reihenfolge soll auch von mir inne gehalten werden, wenngleich ich glaube, dass es zum mindestens zweifelhaft ist, ob die Tarantulinen oder die Charontinen den Prynichinen am nächsten stehen.

Sehen wir von dem Arolium, diesem eigentümlichen Tastbeutel zwischen den Klauen der Endtarsen ab, welcher für die Charontinen charakteristisch ist und sich nach Simon aus dem Aufenthalt dieser Tiere in dunklen Höhlen erklärt, zweifellos also als spezifische Anpassungserscheinung aufgefasst werden muss, die bei der Frage nach der natürlichen Verwandtschaft der Formen nur eine untergeordnete Rolle spielt, so bleibt als Stütze der Hansen'schen Reihenfolge vor allem die von den Phrynichinen bis zu den Charontinen allmählich sich steigernde Zahl der Tibien des IV. Beinpaares und die von 4 auf 5 sich erhöhende Tarsenzahl (excl. „Metatarsus") übrig. Dem gegenüber ist zu betonen, dass das Sternum der Charontinen demjenigen der Phrynichinen wol noch näher steht, als dasjenige der Tarantulinen, sowie, dass das 2. Abdominalsegment der Bauchseite häufig ganz die nämliche Abgliederung eines schmalen, bogig geschweiften Randstreifens zeigt, wie die Mehrzahl der Phrynichinen, während bei den Tarantulinen dieser Randstreif fehlt und das Segment einfach gestutzt oder gerundet erscheint.

Sehr in die Augen fallend sind die nahen Beziehungen der Charontinen zu den Tarantulinen. Ich rechne hierzu ausser der vermehrten Gliederung der Tarsen und der Tibien des IV. Beinpaares vor allem die grosse Aehnlichkeit der Sternalstücke, wie die

Endbedornung der Tibien, welche bei beiden Familien ein rechtwinkliges Einschlagen der Hand gestattet und die ausgestreckte Hand völlig unbedeckt lässt, während bei den »Phrynichinen« die Enddornen der Tibien fast in der Richtung von deren Längsachse stehen und somit auch die ausgestreckte Hand zum grossen Teile überragen, während die Hand selbst in Folge der Dornenanordnung meist nur im stumpfen Winkel gegen die Tibien eingeschlagen werden kann. Es dürfte daher wohl am besten den Thatsachen entsprechen, wenn wir mit Hansen die »Phrynichinen« als den Ausgangspunkt der ganzen Gruppe betrachten, die beiden anderen Subfamilien aber als gleichwertige und gleicherweise von den »Phrynichinen«, nicht aber aus einander abzuleitende Gruppen anerkennen.

Ehe wir nun in diesem Sinne eine Tabelle der unterscheidenden Familiencharaktere geben, sind leider der unglücklichen *Nomenklaturfrage* einige Worte zu widmen. Wie ich bereits in der historischen Einleitung hervorhob, erweist sich das Linne'sche Originalexemplar des Phalangium reniforme als ein »Phrynichus« im Karsch'schen Sinne. Da der Fabricius'sche Gattungsname Tarantula dieses Phal. reniforme Linné als Typus hat, so muss dieser Name für Phrynichus Karsch den Vorrang behalten, und die Subfamilie der »Phrynichinen« wird dadurch zur Subfamilie der Tarantulinen mit der Tar. reniformis L. (= Phalang. lunatum Pall.) als Typus. Für die Karsch'sche Gattung Tarantula als Hauptgenus der »Tarantulinen« Simon's kann der Name Phrynus von Lamarck leider nicht eintreten, da er lediglich ein Synonymon zu Tarantula darstellt. Ebenso wenig aber ist der spätere Koch'sche Name Admetus (1850) brauchbar, schon aus dem einfachen Grunde, dass bereits im Jahre 1842 eine Gastropodengattung von Kroyer Admete getauft worden ist. Ausserdem könnte dieser Name jedenfalls nur für die mit Recht generisch abgetrennte »pumilio-Gruppe«, nicht aber für die Arten der bisherigen Gattung »Tarantula« in Frage kommen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als die amerikanische Hauptgattung der Tarantuliden mit dem Typus Phalang. palmatum Herbst (= reniforme Fabr.) neu zu benennen. Ich wähle hierfür den Namen Neophrynus. Der von Karsch aufgestellte Name Charon ist glücklicherweise unanfechtbar. Wir würden demnach die 3 Familien der Tarantulinae (= Phrynichinae Sim.), Neophryninae (= Tarantulinae Sim.) und Charontinae zu unterscheiden haben. Die Charaktermerkmale derselben lassen sich etwa folgendermassen gegenüberstellen:

A.) Tibia des IV. Beinpaares aus einem oder zwei Stücken bestehend.*) Tarsen stets nur 4gliedrig (excl. Metatarsus), ohne Andeutung eines fünften Gliedes. Sternalstachel am Grunde plattenartig verbreitert (Fig. 1). Zweite und dritte Medianplatte des Sternum breiter als lang, flach muldenförmig vertieft (Fig. 1). Hand gegen die Tibia der Palpen nur im stumpfen Winkel einschlagbar. Enddornen der Palpentibia oberseits spitz nach vorn gerichtet, den Grund der ausgestreckten Hand weit überragend und mit gezähnter Kante zum Teil in eine ähnliche Zahnkante der Hand passend. Zweites Bauchschild meist mit schmalem, abgegliedertem, in der Medianlinie bogig eingezogenem Randsaum (Fig. 4). Keine Tastbeutel an den Endtarsen. — Afrikanisch und asiatisch.

I. Subfam. Tarantulinae (= Phrynichinae Sim.)

*) Es sind stets beide Beine zu untersuchen, da häufig das eine Hemmungsbildung zeigt, die Zahl der Glieder also dann unter dem Normalen ist.

B) Tibia des IV. Beinpaares aus drei oder vier Stücken*) bestehend. Tarsen 5gliedrig oder 4gliedrig (excl. Metatarsus); im letzteren Falle am zweiten Gliede innen vor der Spitze oft mit Andeutung einer weiteren Gelenkbildung (Fig. 12). Sternalstachel nach dem Grunde zu nur wenig dicker werdend, nicht plötzlich in eine Platte verbreitert (Fig. 2 u. 3). Medianplatte des zweiten und dritten Sternalabschnittes klein, quadratisch oder länglich, oft nur in der Mitte in Form eines braunen Buckels stärker chitinisiert, oder mit zwei beborsteten Höckern (Fig. 2 u. 3). Hand gegen die Tibia der Palpen rechtwinklig einschlagbar. Enddornen der Palpentibia seitlich nach vorn gerichtet, sodass sie den Grund der ausgestreckten Hand kaum überragen und die Hand nicht verdecken (Fig. 18—22, 35—39). Zweites Bauchschild mit oder ohne abgegliederten Randsaum.

a) Endtarsen ohne Tastbeutel (Arolium). Zweites Bauchschild ohne abgegliederten Randsaum, gestutzt oder gerundet. Tibia des IV. Beinpaares stets 3gliedrig. Füsse der drei letzten Beinpaare 4gliedrig, höchstens mit schwacher Andeutung (heller Querstreif; Fig. 12) einer weiteren Gelenkbildung vor dem Ende des zweiten Tarsengliedes. — Amerikanisch.

II. Subfam. Neophryninae (= Tarantulinae Sim.).

b) Endtarsen mit eigentümlichen hyalinen Tastbeuteln (Arolium). Zweites Bauchschild oft mit abgegliedertem, bogig geschweiftem Randsaum. Tibia des vierten Beinpaares vier-, seltener dreigliedrig. Füsse der drei letzten Beinpaare ausser dem Metatarsus stets aus fünf deutlichen Gliedern bestehend. — Asiatisch.

III. Subfam. Charontinae.

I. Subfam. Tarantulinae.

(= Phrynichinae Sim.)

Neben der Gattung Tarantula, welche an Stelle des Karsch'schen Namens »Phrynichus« treten muss, enthielt diese Unterfamilie nur noch die Gattung Damon C. L. Koch, als dessen Typus D. variegatus (Perty) zu gelten hat. Pocock (56) hat dann neben der Gattung Damon zwei neue Genera aufgestellt, da ihm der D. variegatus nicht bekannt war, und er es für nicht unwahrscheinlich hält, dass dieser aus Amerika beschriebene Typus von seinen beiden afrikanischen Gattungen generisch sich unterscheiden werde. Muss es nun schon a priori als sehr unwahrscheinlich gelten, dass Formen dieser Gruppe in Amerika indigen seien — nur zwei- oder dreimal scheinen Verschleppungen beobachtet zu sein —, so zeigt mir das vorliegende Originalexemplar von Damon variegatus Perty, dass es sich lediglich um eine afrikanische Art handelt, die nach der Pocock'schen Nomenklatur dessen Gattung Nanodamon angehört. Letzterer Name muss also zu Gunsten des Koch'schen Namens Damon fallen, so dass wir demnach, bei Anerkennung der von Pocock vorgeschlagenen Spaltung des Genus, die beiden Gattungen Titanodamon und Damon zu unterscheiden hätten.

---

*) Vgl. Anmerkung auf vor. Seite.

Die Unterschiede der 3 Gattungen sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

A) Tibia des IV. Beinpaares aus einem Stück bestehend. Hand am Grunde der Oberkante ohne oder mit nur sehr schwachem Sperrdorn*) (Fig. 6).
1. Tarantula Fabr.

B) Tibia des IV. Beinpaares aus zwei Stücken bestehend. Hand am Grunde der Oberkante bei Erwachsenen stets mit starkem Sperrdorn (Fig. 7), bei jungen Individuen wenigstens mit 1—2 deutlichen Höckern.

a) 2tes Bauchsegment mit abgegliedertem, bogig in der Mediane eingezogenem Randsaum (Fig. 4). An der Unterkante des Femur beginnen die Dornen am Grunde mit einer Schrägreihe von 3 kurzen Dornen vor dem dominierenden Grunddorn (Fig. 8). — Westafrika.
2. Titanodamon Poc.

b) 2tes Bauchsegment ohne abgegliederten Rand, gestutzt (Fig. 5). An der Unterkante des Femur geht nur ein deutlicher Dorn dem dominierenden Grunddorn vorauf (Fig. 9). — Süd- und Ostafrika.
3. Damon Koch.

1. Gatt. Tarantula Fabr. (= Phrynichus Karsch).

Neben der Tarantula reniformis L., die als Typus der Gattung zu gelten hat, sind bisher noch 10 weitere Arten beschrieben worden, welche indess der Mehrzahl nach einzuziehen sind. Nur zwei gut unterschiedene Spezies, T. reniformis, als Vertreter der Gattung in Indien, und T. bacillifera (Gerst.), als Vertreter in Afrika, vermag ich anzuerkennen. Ihre Unterschiede sind folgende:

A) Femur der Palpen auf der Mitte der Vorderfläche einfach körnig oder mit einer Anzahl (meist 3—5) spitzer Dornen besetzt. An seiner vorderen Unterkante ebenfalls eine Reihe von spitzen Dornen, welche bei alten Exemplaren allerdings bis auf 1 oder 2 grundständige verschwinden können. Distaler Rand des Trochanter mit 3 Dornen, der vorderste aber oft verkümmert. Stirnspina meist verborgen, seltener vorgestreckt. Palpenfemur von mässiger Länge (1,37 [juv.] bis 4 mal so lang, als der Thorax). 1. T. reniformis (L.)

B) Femur der Palpen auf der Mitte der Vorderfläche im Grunddrittel mit 2 oder 3 runden, stumpfen, stäbchenförmigen Zapfen besetzt (Fig. 10). An seiner vorderen Unterkante keine Spur vorstehender Dornen. Distaler Rand des Trochanter nur mit 2 Dornen, indem der hinterste (auf der Unterseite) fehlt. Stirnspina meist weit vorgestreckt. Palpenfemur im Alter oft von ausserordentlicher Länge (4—9 mal so lang, als der Thorax). 2. T. bacillifera (Gerst.)

---

*) Ich nenne so einen kurzen rechtwinklig abgebogenen oder sogar rückwärts gekrümmten starken Dorn am Grunde der Hand-Oberkante (Fig. 7), der ein weiteres Einschlagen der Hand verhindern hilft.

1. Tarantula reniformis (L.), nec Pall., Fabr., Herbst, Poc. etc.

1758. Phalangium reniforme L. (Systema nat. Edit. X p. 619).
1764. „ „ L. (Museum Ludov. Ulric. p. 427).
1772. „ lunatum Pall (Spicileg. zool. Fasc. IX p. 33—37, Taf. III, Fig. 3—6).
1793. Tarantula lunata Fabr. (Entom. syst. Tom II, p. 433).
1797. Phalangium lunatum Herbst (Natursyst. der ungefl. Ins., Heft 1, p. 71, Taf. III).
1843. Phrynus ceylonicus C. L. Koch (Arachn. X, p. 336, Fig. 776).
1844. Phrynus scaber Gerv. (Ins. Apt. III p. 3).
1848. „ nigrimanus C. L. Koch (Arachn. XV, p. 69, Fig. 1464).
1879. Phrynichus reniformis Karsch. (Troschels Arch. XLV. p. 190).
1887. Phryniscus Deflersi Sim. (Bull. Soc. Ent. France XII p. 454).
1894. Phrynichus Yayakari Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 294).
1894. „ Phipsoni Poc. (ibid. p. 295).
1894. „ pusillus Poc. (ibid. p. 296).

Die Identität des Phal. lunatum mit Ph. reniforme ist bereits von Latreille (18) erkannt worden. Phrynus scaber Gerv. und Ph. ceylonicus C. L. Koch sind fast gleichzeitig und unabhängig von einander aufgestellt worden. Im Uebrigen gründete sich die Aufstellung verschiedener Formen bisher vornehmlich auf der Thatsache, dass die Palpentibia am distalen Ende der Oberkante und ebenso an der Unterkante bald 3, bald aber nur 2 längere Dornen aufwies. Auch Pocock noch glaubt dieses Merkmal zur Artunterscheidung ohne Bedenken verwerten zu können, obgleich bereits ein Jahr vor ihm Hansen (53, p. 163) in seiner sorgfältigen Arbeit das Auftreten eines dritten Dorns an Ober- u. Unterkante der Tibia als Jugendcharakter nachgewiesen hat. Hansen erschloss dies aus einer prächtigen, auch mir vorliegenden Serie von Exemplaren aller Altersstufen, und ich bin in der Lage, an ähnlichem Material des Hamburger Museums seine Beobachtungen vollinhaltlich bestätigen zu können. Als Beispiel, in welcher Weise die bisher als Speziescharaktere verwandten Merkmale bei den verschiedenen Alterstufen sich wandeln, möge folgende kleine Tabelle dienen, welche 6 Exemplare desselben Glases aus Ceylon berücksichtigt.

Thorax Lg. : Br.	Länge d. Palpen-femur.	Thor. Lge.: Fem. Lge.	Behaarung des Palpen-Femur.	Vorderfläche des Palpen-Femur.	Oberkante der Palpen-Tibia.	Unterkante der Palpen-Tibia
8,2 : 15,8 (= 1 : 1,92)	29	1 : 3,5	stark behaart	3-4 ganz kl. Dornen	2 lange Dornen + kl. Höcker	2 Dornen
8 : 14 (= 1 : 1,75)	24	1 : 3	schwach „	5 mässige „	2 „ „ + 0,8 mm Dorn	2 Dornen + 2 kl. Höcker
5,2 : 8,5 (= 1 : 1,63)	9,6	1 : 1,84	kahl	5 1/2 längere „	2 „ „ + 2 mm l. Dorn (3. Dorn : 2. = 1 : 1,5)	3 Dornen + 0,5 mm. lgm Dörnchen
6 : 9,4 (= 1 : 1,6)	5,6	1 : 1,4	„	5 „ „	3 lange Dornen (3. Dorn : 2. = 1 : 1,5)	4 Dörnchen
4 : 6 (= 1 : 1,5)	5,5	1 : 1,38	„	5 „ „	3 lange Dornen (3. Dorn : 2. = 1 : 1,6)	„ „
3,8 : 5,8 (= 1 : 1,5)	5,2	1 . 1,37	„	5 „ „	3 lange Dornen (3. Dorn : 2. = 1 : 1,4)	„ „

Vorstehende Daten, die, wie gesagt, in gleicher Weise an dem Hansen'schen Material zu constatieren sind, werden hoffentlich genügen, um jeden Versuch, noch ferner

auf die Zwei- oder Dreizahl der Tibien-Dornen verschiedene Arten zu gründen, für die Zukunft zu verhindern und die Zusammengehörigkeit der meisten bisher beschriebenen Formen als richtig erscheinen zu lassen. Zwei Dornen am Ende der Tibienoberkante besass das Phal. lunatum Pall., der Phrynus ceylonicus C. L. Koch und der Ph. scaber Gerv.; drei Dornen hingegen das Phal. reniforme L. (nach brieflichen Mitteilungen des Herrn Dr. C. Aurivillius), der Phr. deflersi Sim. und auch wohl der Ph. nigrimanus C. L. Koch (nach der Abbildung zu schliessen). Die Pocock'schen Arten, Ph. Yayakari und Phipsoni, weisen auch noch den 3. Dorn der Tibienunterkante auf, sollen sich indess untereinander durch die Körnelung der Oberkante des Trochanter unterscheiden, ein Kriterium, das mir bei der ungemeinen Variabilität dieser Körnelung keineswegs stichhaltig erscheint. Der Phr. pusillus Poc. endlich ist jedenfalls ein ganz jugendliches Exemplar, über das sich weiter nichts sagen lässt. Er soll zur »lunatus-Gruppe« gehören und durch die geringe Abgliederung des Randes des II. Bauchsegments ausgezeichnet sein. Ich würde dies für ein junges Individuum nicht gerade unerhört finden.

Ein Punkt, auf den ebenfalls schon Hansen (53, p. 164) aufmerksam macht, verdient noch hervorgehoben zu werden, dass nämlich mit dem allmählichen sich Strecken der Palpenglieder bei zunehmendem Alter die Verteilung der Dornen auf den einzelnen Abschnitten nicht die nämliche bleibt. Junge Tiere zeigen die Dornenentwickelung des Femur so ziemlich auf der ganzen Länge der Vorderfläche, ihre Zahl beträgt in der Regel 5, kann aber bis 7 ansteigen. Später zieht sich die Bedornung mehr nach dem Grunde zurück und kann im extremsten Falle auf der Vorderfläche ganz, auf der unteren Vorderkante bis auf einen einzigen grundständigen Dorn völlig unterdrückt sein. Ähnlich, aber gerade umgekehrt, verhalten sich die Dornen der Tibia. Namentlich die Unterkante ist in der Jugend fast der ganzen Länge nach mit 3 oder 4 Dörnchen besetzt, welche im Alter regelmässig bis auf 2 am distalen Ende verschwinden. Die eigentümliche, dichte Behaarung, welche die Vorderseite des Femur besonders dann zu zeigen pflegt, wenn die Dornen derselben nur als kurze Höcker entwickelt sind (typischer »lunatus«), halte ich für ein Charaktermerkmal alter Männchen; ich habe alle Uebergangsstufen bis zu völliger Kahlheit des Femur vor mir.

Zu erwähnen ist schliesslich noch der kurze Höcker, welcher am Grund der Oberkante der Hand namentlich bei Phryn. deflersi beobachtet und als ein Merkmal dieser Art angesehen wurde. Ich habe diesen Höcker, welcher dem »Sperrdorn« der beiden andern Gattungen Damon und Titanodamon entspricht, bei Exemplaren der verschiedensten geographischen Verbreitung, aus Asien sowol, wie aus Afrika, in allen möglichen Abstufungen der Ausbildung beobachtet, vom völligen Verschwinden bis zu einem ganz ansehnlichen, spitzen Häkchen; aber alle diese Wahrnehmungen haben nur immer auf's Neue meine Ansicht bestätigt, dass es sich auch hier nur um ein individuelles, nicht aber um ein spezifisches Merkmal handelt.

Nach dieser Besprechung der wichtigsten, bisher zur Artunterscheidung herangezogenen Charaktere unserer Art, kann ich mich in Bezug auf die sonstige Variabilität kurz fassen.

Die *Färbung* des Cephalothorax ist bei jungen Individuen hell scherbengelb, wird dann dunkler rotgelb mit helleren Randflecken, rotbraun und zuletzt fast schwarz, wo dann die Randflecken verschwinden. Aehnlich variiert das Abdomen vom hellen, schmutzigen Lehmgelb zum fleckig berauchten Scherbengelb, dann Rotgelb bis Rotbraun, wobei entweder eine gelbe Fleckenzeichnung am Rande und mehr auf der Mitte erhalten bleibt oder teilweise, resp. ganz verschwindet. Die Palpen haben im Allgemeinen die Farbe des Thorax; die Beine sind in der Jugend stets deutlich geringelt; später schwindet diese Ringelung oft teilweise oder ganz, kann aber auch noch bei alten Exemplaren erkennbar sein.

Auf das wechselnde Verhältnis der *Thorax*länge zur Breite hat schon Hansen aufmerksam gemacht. Aus der oben aufgestellten Tabelle ist das Gleiche ersichtlich, indem beim jüngsten Individuum dieses Verhältnis gleich 1 : 1,5, beim ältesten gleich 1 : 1,92 gefunden wurde. Die *Körnelung* des Cephalothorax, wie auch des Abdomens, der Mandibeln, Beine und Palpen, zeigt grosse Verschiedenheiten, ohne dass sich hieraus für den Ph. »scaber« Gerv. eine Ausnahmestellung ergäbe. Über das verschiedene Verhalten der *Stirnspina,* die in der Regel kaum hervortritt, in anderen Fällen aber mehr oder weniger weit vorgestreckt erscheint, ist schon in der Bestimmungstabelle gesprochen. Ebenso über das wechselnde Verhältnis der Thoraxlänge zur Länge des Palpen-Femur. Während bei den allerjüngsten zur Beobachtung gelangten Individuen der letztere den Thorax nur wenig an Länge übertrifft, wächst er bei alten Exemplaren zu mehr als vierfacher Länge des Thorax aus.

Als *Hauptheimat* der Tarantula reniformis ist sicher Ceylon und Vorderindien (Madras; »Bengalen« nach Gervais), wahrscheinlich auch Siam (Butler) anzusehen. Die übrigen Fundorte, meist an der Ostküste Afrika's (Aden, Massaua, Maskat, Obock, Natal, Mozambique, Seychellen, Mauritius etc.), sind wahrscheinlich nur als zweite, durch Verschleppung erworbene Heimat anzusehen. Ein Glas trug die Etikette »Gaboon«.

Im Ganzen haben mir 48 Exemplare von 21 Fundpunkten vorgelegen.

2. Tarantula bacillifera (Gerst.).

1873 Phrynus bacillifer Gerst. (C. v. d. Decken's Reisen in Ostafrika III 2 p. 472).
1879 Phrynichus bacillifer Karsch (Troschel's Arch. XLV 1 p. 195).
1890 Phrynichus telekii Sim. (Ann. Soc. Ent. France (6) X p. 129).

Der Phr. telekii Sim., dessen Typus mir vorliegt, ist nach seinen Charaktermerkmalen und dem häufigen Zusammenvorkommen mit der anderen Form, als das Männchen dieser Art in Anspruch zu nehmen. Schon Gerstaecker hat beide Formen als Män nchenund Weibchen charakterisiert.

Die *Färbung* des Vorderkörpers ist durchgehends dunkler als die des Abdomens. Ersterer ist nebst den Palpen braunrot bis schwarzbraun, letzteres schmutzig scherbengelb, orangegelb bis braunrot, bei jüngeren Individuen an den Seitenrändern der Rückensegmente, und auch wohl auf der Fläche nahe dem Vorderrande der Segmente, mit je einem hellen Fleck. Eine Fleckenzeichnung der Beine ist ebenfalls hauptsächlich bei jüngeren Individuen bemerkbar.

Der vorn nicht oder kaum gezähnte *Cephalothorax*, dessen Mittelaugen unmittelbar am Vorderrande sitzen, zeigt vorn eine oberseits gekörnte, zuweilen fast senkrecht abwärts gerichtete, meist aber weit vorgestrekte Stirnspina und ist auf der Fläche dicht gleichmässig körnig. Ähnlich die Oberseite des Abdomens. Länge des Cephalothorax zur Breite wie 1 : 1,8 bis 1 : 2,06. Augenweite etwa 1/8 der Thoraxbreite. Erstes Bauchschild des Abdomens bei den Weibchen in der Mitte des Randes gelbfransig, bei den Männchen kahl und etwas ausgerandet, mit zwei winzigen, etwas vorspringenden Spitzen. Die *Mandibeln* sind, wie bei der vorigen Art, oben grobkörnig, am Vorderrande meist mit zwei Höckerchen. Der *Palpen-Femur* fast unbehaart, seine Vorderseite in der Grundhälfte ohne erkennbare Ober- und Unterkante, in der Medianlinie fast kielig zugeschärft und hier mit 3, seltener 2, eigentümlichen, stumpfen, cylindrischen Stäbchen besetzt (Fig. 10). Anordnung und Länge dieser Stäbchen scheinen sehr zu variieren. Während bei der Mehrzahl der Individuen in der basalen Hälfte des Femur die drei normalen Stäbchen auftraten, zeigten je ein Exemplar aus Zanzibar, Madagaskar und vom Rudolphsee nur den ersten und dritten entwickelt, zwei Exemplare von Tanga hingegen nur den zweiten und dritten. Das Längenverhältnis dieser Stäbe zu einander ist, wie schon Gerstaecker hervorhebt, bei Männchen und Weibchen deutlich verschieden. Bei letzteren sind alle 3 fast völlig gleich und meist deutlich kürzer, als die Femurdicke; bei ersteren hingegen erreicht der dritte Stab die doppelte bis dreifache Länge des zweiten und ebenso die dreifache Länge der Femurdicke (z. B. 4,5 : 1,5 mm.).

Das Verhältnis der Femurlänge der Palpen zur Thoraxlänge schwankt ausserordentlich. Bei den Weibchen und jüngeren Männchen scheint das Verhältnis von etwa 4 : 1 das Normale zu sein; bei älteren Männchen fand ich 6 : 1 und bei einem ganz alten Exemplar, dessen Femur die enorme Länge von 87 mm. zeigte, 8,7 : 1. Die *Palpentibien,* stets ziemlich von derselben Länge wie der Femur, besitzen oberseits am distalen Ende 2 lange Dornen, deren Grössenverhältnis aber ein wechselndes ist. Namentlich bei Männchen beobachtet man in der Regel, dass der vorderste Dorn erheblich kürzer und dicker erscheint, als der zweite, und dabei eine eigentümliche Verschmälerung nach dem Grunde zeigt, wie dies Simon bereits als für seinen Phryn. telekii charakteristisch anführt. An der Unterseite besitzt die Tibia distal 2 Dornen, deren oberer kurz, dick und aufwärts gekrümmt, deren unterer schlank und schräg aufwärts gerichtet ist. Die *Hand* trägt die beiden gewöhnlichen Dornen, ohne Spur eines höckerförmigen »Sperrdorns« der Oberkante. Bei jüngeren Individuen ist die Hand nur neben der Oberkante höckerkörnig, bei älteren wird es auch die gesamte Rückenfläche.

Die *geographische Verbreitung* der Tarantula bacillifera dürfte auf Ostafrika beschränkt sein, von Zanzibar und dem deutschen Schutzgebiet (Dar-es-Salam, Bagamoyo, Tanga, Unguru) ins Innere bis zum Tanganyka und Rudolph-See, südlich bis Mozambique. Der Fundort Madagaskar ist wol nur als Verschleppung zu betrachten.

Im Ganzen haben mir 14 Exemplare von 10 Fundorten vorgelegen.

2. Gatt. Titanodamon Poc.

Die hierher gehörigen, bisher beschriebenen Arten sind Phalangium medium Herbst, Phrynus bassamensis Luc., Ph. tibialis Sim., Ph. granulosus Butl. (ad part.), Ph. Savatieri Rochebr., Ph. Kochii Butl. und Titanodamon Johnstonii Poc. — Das Phalangium medium Herbst glaube ich im Original vor mir zu haben, wenngleich die fehlende Etikettierung einigen Zweifel übrig lässt. Das Exemplar, aus der von Block'schen Sammlung in das Dresdener Museum übergegangen, stimmt in Bezug auf Grösse, Färbung und Haltung der Gliedmassen ganz überraschend mit der Herbst'schen Zeichnung, nur der vierte Tibiendorn, vom distalen Ende an gerechnet, ist vom Zeichner viel zu dick wieder gegeben, und diese Thatsache veranlasste Pocock (56), das Phal. medium Herbst als eine eigenartige, ihm unbekannte Form aufzufassen. Ist indessen, woran kaum zu zweifeln, das vorliegende Stück das alte Herbst'sche Original, so lässt sich ohne Weiteres nachweisen, dass Phrynus bassamensis Luc. mit Phal. medium identisch ist, sowie ferner, nach Pocock's Untersuchung, Phr. granulosus Butl. Von Phrynus Savatieri Rochebr. vermutet Pocock das Nämliche; ebenso von dem in seiner jetzigen Verfassung völlig unbestimmbaren Phrynus Kochii Butl. (vergl. Poc. 56 p. 290). Den Phrynus tibialis Sim., den Simon selbst später (47 p. 455) als identisch mit bassamensis, scil. medius erklärt hat, möchte Pocock als selbständige Art aufrecht erhalten, während er nach meinen Untersuchungen höchstens als Varietät des Titan. medius betrachtet werden darf. Dasselbe gilt vom T. Johnstonii Poc., den auch ich längere Zeit für eine eigene Art hielt, bis mir Übergangsformen, sowie das thatsächliche Zusammenvorkommen mit dem typischen T. medius an denselben Fundorten bekannt wurden. Ich glaube daher bis auf Weiteres nur die eine Art T. medius Herbst anerkennen zu sollen.

1. Titanodamon medius (Herbst).

1797 Phalangium medium Herbst (Natursyst. d. ungefl. Ins. Heft 1 p. 77; Tfl. IV Fig. 1).
1858 Phrynus bassamensis Luc. (Thompsons Arch. Entom. II. p. 434).
1873 Phrynus granulosus Butl. (Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XII. p. 122, Tfl. VII Fig. 10), teste Pocock.
1873 Phrynus Kochii Butl. (ibid. p. 120), teste Pocock.
1884 Savatieri Rochebr. (Butl. Soc. Philom. VIII, p. 28), teste Pocock.

Färbung des Cephalothorax rot bis dunkel braunrot; Rand, namentlich hinten seitlich, meist heller gefleckt. Abdomen meist gelbrot mit helleren Flecken. Beine meist deutlich geringelt, selten fast einfarbig.

Cephalothorax und *Abdomen* mehr oder minder dicht gekörnt oder chagrinirt. Augenweite zu Cephalothoraxlänge = 1 : 2 bis 1 : 2,43. *Stirnspina* spitz, oft ganz verborgen, selten völlig vorgestreckt und dann zuweilen mit aufgebogener Spitze. Bei der Var. Johnstonii Poc. hingegen ein breiter stumpfer Kegel.

Palpen-Femur oben und unten an der Vorderkante mit zahlreichen längeren Dornen. *Tibia* am distalen Ende der Oberkante mit zwei langen, innen gezähnten Dornen, darunter

ein dritter von sehr wechselnder Länge, sowie nach dem Grunde zu noch einige kleinere. Unterkante der Tibia am Ende mit einem starken, geraden Dorn, dann bis zum Grunde eine Reihe kleinerer. *Hand* jederseits mit einem langen schräg abstehenden Dorn, dem am Grunde noch ein kleines, bei jungen Individuen mehr hervortretendes Höckerchen aufsitzt. Dazu am Grunde der Oberkante ein rechtwinklig abstehender, oder selbst rückwärts gerichteter kurzer, dicker Sperrdorn. Handfläche auf dem Rücken meist glatt. Thoraxbreite zum Femur der Palpen wie 1 : 1,02 bis 1 : 1,74.

Varietäten. Der T. tibialis Sim. (Butl. Soc. Zool. France 1876 p. 12.) unterscheidet sich, wie Pocock ausführt, dadurch, dass der dritte Tibiendorn vom distalen Ende noch nicht halb so lang ist, als der zweite, und dass das zweite Tibiensegment des IV. Beinpaares kaum die Breite des Raumes zwischen den Seitenaugen erreicht. Auch glaubt Pocock, dass diese Formen ausschliesslich den Küstenstrichen südlich vom Golf von Guinea eigentümlich seien, während T. medius der oberguineischen Küste angehöre. Die beiden angegebenen Merkmale kann ich als ausnahmslos gültig nicht anerkennen. Das Verhältnis des dritten zum zweiten Tibiendorn ändert sich ganz allmählich und variierte bei Formen, die man nach Pococks Definition als medius (= bassamensis) bezeichnen muss, zwischen 1 : 1,2 bis 1 : 1,92, ja ging bei einem Exemplar, dessen Fundort »Goldküste« allerdings mit einem Fragezeichen versehen war, bis zu 1 : 2,17, so dass also in diesem Falle ein T. medius (dem Fundorte nach) einen den dritten Tibiendorn um mehr als doppelt übertreffenden zweiten Tibiendorn besass. Das Längenverhältnis der II. Tibia des IV. Beinpaares zur Augenweite betrug in diesem Falle genau 1 : 1, während im Übrigen bei den oberguineischen Exemplaren eine Variation dieses Verhältnisses von 1 : 0,73 bis 1 : 0,95 gefunden wurde. Diesen Daten gegenüber erweisen sich die Massverhältnisse des T. tibialis von der Congoküste durchaus nicht so abweichend, dass man daraus mit Sicherheit auf eine selbständige Art schliessen könnte. So variierte das Längenverhältnis des dritten Tibiendorns zum zweiten von 1 : 2,07 bis 1 : 2,81, wies also Zahlen auf, die sich lückenlos an die beim normalen T. medius von Oberguinea gefundenen anschliessen. Die Länge der II. Tibia des IV. Beinpaares verhielt sich zur Augenweite wie 1 : 1 bis 1 : 1,2. Auch hier kann also von einer totalen Differenz beider Formen nicht die Rede sein. Immerhin würde man bei enger Fassung des Artbegriffs im Hinblick auf die Verschiedenheit der geogr. Verbreitung, die aber ebenfalls durch den Fundort »Ssibange Farm am Gaboon« für einen typischen T. medius alteriert wird, beide Formen noch als spezifisch verschieden betrachten können, wenn nun nicht des Weiteren auch Exemplare beobachtet würden, welche augenscheinlich zwischen beiden die Mitte halten. So finde ich beispielsweise im Besitz des Kopenhagener Museums ein leider nur mit »Guinea« bezeichnetes Exemplar, das in Bezug auf das Längenverhältnis des dritten zum zweiten Tibiendorn (2,7 : 6 mm oder = 1 : 2,22) als zweifelloser T. tibialis erscheint, in Bezug auf das Verhältnis der II. Tibia des IV. Beinpaares zur Augenweite (4,8 : 3,5 mm oder = 1 : 0,73) aber als ebenso unzweifelhafter T. medius in Anspruch genommen werden muss. Diese und ähnliche Befunde lassen es als ungerechtfertigt erscheinen, beide geographischen Rassen als selbständige Arten anzuerkennen, wenngleich man sie immerhin

als Varietäten unterscheiden mag. Auf Alters- oder Geschlechtsunterschiede sind jedenfalls die bemerkten Differenzen nicht zurückzuführen.

Wenig anders liegen die Verhältnisse bei dem von Pocock neu aufgestellten T. Johnstonii (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV. p. 291). Auch er erscheint als eine südlichere Form, die in Oberguinea bisher nicht gefunden wurde. Die Stirnspina stellt einen stumpfen, breiten, vorgestreckten Kegel dar, und zu beiden Seiten derselben sind die Innenflächen der Mandibeln mit einer dichten Reihe steifer Borsten kammartig besetzt, während bei den bisher besprochenen Formen an dieser Stelle nur schwächere und weit lockerer gestellte Haare sitzen. Auch ist die Augenweite meist grösser, selten nur so gross, als die halbe Thoraxlänge, im Gegensatz zum typischen T. medius, bei dem dieses Verhältnis ein umgekehrtes ist. Alle diese Merkmale sind für den ersten Blick so charakteristisch, dass man eine »gute Art« vor sich zu haben glaubt, wenn man nicht vielleicht an eine ausgeprägte Verschiedenheit der Geschlechter — T. Johnstonii wäre dann als Männchen aufzufassen — denken will. Ein reicheres Material lässt aber auch hier mannigfache Übergänge erkennen, und da ich ausserdem aus Gaboon von derselben Localität zwei Exemplare besitze, deren eines als typischer T. medius, deren anderes als vollkommener T. Johnstonii sich erweist, so scheint mir auch in diesem Falle eine vorläufige Vereinigung der in Rede stehenden Formen das Richtigere zu sein. Die Variation des T. medius würde sich demnach etwa folgendermassen übersichtlich darstellen lassen:

A) Stirnspina spitz, oft abwärts gerichtet, zuweilen aber auch weit vorgezogen. Innenflächen der Mandibeln kahl oder mit nur wenigen Härchen in der Höhe der Spina. Augenweite meist kleiner (selten so gross), als die halbe Thoraxlänge.

   a) Drittletzter Tibiendorn wenig kürzer als der zweite (1 : 1,2 bis 1 : 1,92). Länge der II. Tibia des IV. Beinpaares grösser als die Augenweite, selten ebenso gross (1 : 0,73 bis 1 : 0,95). T. medius typicus.

   b) Drittletzter Tibiendorn noch nicht halb so lang als der zweite (1 : 2,07 bis 1 : 2,81). Länge der II. Tibia des IV. Beinpaares meist kleiner als die Augenweite (1 : 1 bis 1 : 1,15). T. medius tibialis Sim.

B) Stirnspina ein breiter, stumpfer, gerundeter, vorgestreckter Kegel. Innenfläche der Mandibeln jederseits der Stirnspina mit einer dichten Reihe steifer, kammartiger Borsten besetzt. Augenweite meist grösser (nur bei juv. etwas kleiner) als die halbe Thoraxlänge. Länge des drittletzten Tibiendorns zum zweiten wie 1 : 1 (juv.) bis 1 : 2,57. Länge der II. Tibia des IV. Beinpaares kleiner als die Augenweite (1 : 0,79 bis 1 : 0,98). T. medius Johnstonii Poc.

Als *Heimat* des typischen T. medius ist ein grosser Teil der Westküste Afrikas mit Einschluss der vorgelagerten Inseln anzusehen, vom Senegal bis zur Mündung des Niger. Ein Exemplar ist sicher auch in Gaboon gefunden. Die Form tibialis Sim. tritt vornehmlich im Congogebiet (Congo, Chinchoxo) auf, während die Variet. Johnstonii Poc. bisher von Old-Calabar im innersten Teile des Golfes von Guinea über das Camerungebiet bis südlich zum Gaboonflusse

beobachtet wurde. Ein verschlepptes Exemplar des typischen T. medius aus der Simon'schen Sammlung trägt die Etikette Guyana.

Die mir vorliegenden 35 Exemplare stammen von 22 Fundpunkten.

3. Gatt. Damon Koch emend.

Die einzigen Unterschiede dieser Gattung von Titanodamon, die ich aufzufinden vermochte, sind bereits in der Bestimmungstabelle aufgeführt.

Als Typus der Gattung hat der Phrynus variegatus Perty zu gelten, dessen Originalexemplar mir vorliegt. Des Ferneren gehören hierher Ph. annulatipes Wood, Ph. diadema Sim., Nanodamon cinctipes Poc. und — vermutlich — Phrynus australis Sim.

Die Beschreibung des Nanodamon cinctipes Poc. stimmt so gut mit dem Originalexemplar von Phr. variegatus überein, dass die Art nicht aufrecht erhalten werden kann. Der Damon australis Sim. erscheint nach allen seinen Merkmalen als ein junges Individuum dieser Art; namentlich das Verhältnis von Thoraxbreite zur Länge des Palpenfemur (1:0,71) verbietet, ihn der vorigen Gattung einzureihen. Aber auch die für die übrigen Spezies herangezogenen Charaktere sind so wandelbar, dass ich mich von der Existenzberechtigung derselben nicht habe überzeugen können.

Was zunächst das *Längen-Verhältnis* des drittletzten zum vorletzten Tibiendorn anlangt, das Pocock als Unterscheidungsmerkmal seines N. cinctipes von annulatipes Wood anführt, so unterliegt es nach meinen Tabellen keinem Zweifel, dass auch hier, ähnlich wie bei Tarantula, bei jüngeren Individuen jene beiden Dornen viel weniger ungleich sind, als bei erwachsenen. Bei ersteren fand ich das Verhältnis des drittletzten zum zweitletzten Tibiendorn gleich 1:1,11 bis 1:2,6 (Tiere von 5,5 bis 9 mm Thoraxbreite), während bei letzteren ein Ansteigen dieses Verhältnisses von 1:2,4 bis zu 1:6,7 (Tiere von 9,2 bis 18 mm Thoraxbreite) beobachtet wurde. Dazwischen liegen dann alle möglichen Abstufungen. In einem Falle bemerkte ich allerdings auch schon bei einem jüngeren Exemplar einen relativ kürzeren dritten Dorn, doch handelte es sich hierbei augenscheinlich um eine individuelle Abweichung, die nur wenige Zehntel Millimeter betrug.

Grosses Gewicht legt Pocock sodann auf die verschiedene Ausbildung der *Körnelung,* sowohl des Thorax und der Palpen, wie namentlich der *Hand.* Auf diese Differenz gründet er nicht nur die weitere Unterscheidung von N. cinctipes und annulatipes, sondern auch — auf die Körnelung des Handrückens — zum Teil die Abtrennung dieser beiden von N. diadema Sim. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in Bezug auf die Ausbildung der Körnchen in der That weitgehende Verschiedenheiten herrschen, aber es ist mir nicht gelungen, in Bezug auf diesen Punkt irgend welche scharf begrenzte Formenkreise zu erhalten. Zunächst spielt entschieden das Alter eine Rolle bei der Ausbildung der Körnelung. Junge Exemplare sind auf dem Thorax und Abdomen wie an der Unterseite des Palpenfemur fast ungekörnt. Später wird die Körnelung deutlicher bis sehr dicht, nimmt aber augenscheinlich auf der Unterseite des Palpenfemur, wenn dieser

sich streckt, im Alter ab und ist dann besonders nur am Vorderrande am Grunde der Dornen dicht. Neben dieser durch verschiedenes Alter bedingten Variation geht dann augenscheinlich noch eine individuelle, die möglicher Weise auch als lokale Variation aufzufassen ist. Namentlich deutlich zeigt sich dies an der Körnelung der Hand-Rückenfläche. Bei allen jungen Individuen bis zu 8 mm Thoraxbreite war der Handrücken allerdings stets glatt oder fast glatt; dann zeigen sich Körnelungen zunächst an der Ober- und Unterkante — auch das Originalexemplar Simon's von D. diadema zeigt solche in reichem Masse, besitzt also keine glatte Hand, wie Pocock meint, — die allmählich an Breite zunehmen und schliesslich nur die Mitte des Handrückens frei lassen oder auch diesen überkleiden. Dabei ist indess hervorzuheben, dass nicht die ältesten Individuen die grösste Ausbildung der Handkörnelung besassen, sondern 5 einem Glase aus dem Caffernlande entnommene von 8,2 bis 14,2 mm Thoraxbreite, von denen nur das jüngste deutlich weniger gekörnt war. Es ist, wie gesagt, möglich, dass hier eine besonders grobkörnige Lokalform vorliegt; andere Exemplare aber aus Nachbargebieten, wie Natal und Transvaal, zeigten bei gleicher Grösse keine stärkere Körnelung, als die aus nördlicheren Gegenden. Ausserdem ist thatsächlich die Steigerung der Handkörnelung bis zu jenem Extrem, auch bei Exemplaren desselben Fundortes, eine so allmähliche, dass ich trotz aller darauf verwandten Mühe nicht anzugeben weiss, wo eine Grenze zu ziehen wäre.

Das letzte Kriterium, welches zur Artunterscheidung herangezogen und schon von Simon aufgeführt wird, ist die stärkere Entwicklung des »Nebendorns« an der hinteren Unterecke des Trochanters, die für D. diadema charakteristisch sein soll. Für gewöhnlich findet sich an dieser Stelle nur ein einziger ziemlich starker Dorn, dem nach innen ein kleines Höckerchen zur Seite steht. Dieses Höckerchen kann nun sehr verschiedene Stufen der Grösse durchlaufen und im extremen Fall — beim Original von D. diadema — sogar ein wenig mehr als die halbe Länge des Hauptdorns erreichen. Solche Exemplare liegen mir vor von Natal, dem Zambesi, von Zanzibar und aus dem Sudan, so dass jedenfalls von einer geographisch abgegrenzten Rasse nicht die Rede sein kann; auch ist die Ausbildung dieses »Nebendorns« eine so variable, dass man oft nicht weiss, ob man ihn als voll rechnen soll oder nicht. Jedenfalls tritt er nicht blos bei Glatthändigen auf, sondern auch bei solchen, deren Hände an den Seiten stark gekörnt sind.

Aus den vorstehend entwickelten Gründen glaube ich, dass die bisherigen Versuche der Artunterscheidung als berechtigt nicht anzusehen sind, und dass auch die Aufstellung geographischer Rassen bei dem immerhin noch spärlichen Material der Sammlungen zur Zeit noch nicht thunlich ist.

1. Damon variegatus (Perty).

1834. Phrynus variegatus Perty (Delect. animal. p. 200 Tfl. 39 Fig. 10).
1850. Damon „ C. L. Koch (Arachnidensystem Heft V, p. 81).
1869. „ annulatipes Wood (Trans. Amer. Phil. Soc. XIII, p. 441).
1876. „ diadema Sim. (Bull. Soc. Zool. France 1876 p. 13).

1879. Damon variegatus Karsch (Troschel's Arch. f. Nat. Bd. 45, p. 196).
1886. Damon australis Sim. (Bull. Soc. Zool. France XI p. 575—576).
1894. Nanodamon cinctipes Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 293).

Die *Färbung* ist auffallend bunt, wie bei keinem anderen Geisselskorpion, namentlich in der Jugend. Der meist schön gelbrote bis rotbraune Cephalothorax ist in den strahligen Vertiefungen schwarz gefärbt; am Rande, besonders hinten, treten gelbe oder gelbrote Flecken deutlich hervor. Das Abdomen zeigt zunächst einen hellen Mittelstreif; rechts und links davon finden sich auf jedem Segment brillenartige schwarze Ovale, gelb im Innern, welche gegen den hellen Mittelstreif sowohl, wie gegen den Rand schwarz ausstrahlen. Der Palpenfemur ist in der Jugend mit gelblichem Fleck versehen, die Beine sind äusserst deutlich geringelt. Bei älteren Individuen verschwindet mit zunehmender Sättigung der Grundfarbe die Deutlichkeit der Zeichnung mehr und mehr, so dass Cephalothorax und Abdomen fast einfarbig erscheinen. Die Ringelung der Beine bleibt auch im Alter.

Ueber die verschiedene Körnelung des *Cephalothorax* ist bereits oben berichtet. Das Verhältnis der Thoraxlänge zur -breite variiert von 1 : 1,48 (juv.) bis 1 : 1,82, das der Augenweite zur Thoraxlänge von 1 : 1,87 bis 1 : 2,2.

Die *Palpen* scheinen sich mit zunehmendem Alter nur wenig zu verlängern. Das jüngste Individuum zeigte ein Verhältnis der Thoraxbreite zum Femur wie 1 : 0,51, das grösste ein solches wie 1 : 1,56. Nur bei einem etwas jüngeren Exemplar von Homran in Arabien wurde eine noch grössere Verschiedenheit (1 : 2,08) beobachtet. Die Zahl der Dornen an der Oberkante des Femur variiert sehr und beträgt in der Regel 5--7; ebenso an der Unterkante. Die Palpentibia besitzt ausser den drei Enddornen auch am proximalen Teile etwa 3—4 feine Dörnchen; die der Unterkante sind oft noch zahlreicher. Der Sperrdorn der Hand ist bei älteren Exemplaren sehr stark und etwas rückwärts gerichtet; bei jüngeren erscheint er als mässiger Höcker, über dem stets noch ein zweiter Tuberkel sichtbar ist. Bald ist der untere, bald der obere dieser beiden Höcker der grössere.

Das Tibienglied der *Geissel* ist bei manchen Exemplaren in der Mitte sehr merklich angeschwollen; es ist dies nach P o c o c k ein Merkmal der Männchen. Nur bei gekörnt-händigen Exemplaren, aber durchaus nicht bei allen, habe ich diese Anschwellung beobachtet.

Die *geographische Verbreitung* des Damon variegatus erstreckt sich nach dem mir vorliegenden Material über das C a p l a n d, N a t a l, T r a n s v a a l, Z a m b e s i, N y a s s a s e e, Z a n z i b a r und den südl. S u d a n bis zum 14° nördl. Breite (Fluss Sedith). Ein Exemplar stammt aus Homran in A r a b i e n. Das Perty'sche Original wurde am oberen Amazonenstrom gefunden, der Simon'sche Ph. australis im südl. Patagonien. — Im Ganzen haben mir 21 Exemplare von 12 verschiedenen Fundorten vorgelegen.

2. Subfam. Neophryninae

(Tarantulinae Sim.).

Simon (52) unterschied in dieser Unterfamilie die beiden Gattungen Admetus Koch (ohne Griffelfortsatz an der Unterseite des Trochanters) und Tarantula Fabr. (mit Griffelfortsatz am Trochanter), wobei er dann den Typus der Koch'schen Gattung Admetus — Adm. pumilio — in die Gattung Tarantula, die Mehrzahl der amerikanischen Arten hingegen, wie Phalangium palmatum Herbst, Phrynus fuscimanus Koch etc., in die Gattung Admetus stellen musste. Veranlasst wurde Simon hierzu augenscheinlich durch die Erkenntnis, dass das Phalangium reniforme von Pallas einen Griffelfortsatz des Trochanters besessen hat, und dass somit der ältere Gattungsname Tarantula den mit diesem Merkmal versehenen Formen verbleiben müsse. Dem ist indess entgegen zu halten, dass der Autor des Gattungsnamens Tarantula selbst, also Fabricius, als Typus für seine T. reniformis nicht die Pallas'sche Form, sondern ein Tier der »palmatus-Gruppe« vor Augen hatte, sowie, dass beide Autoren, Pallas sowol, wie Fabricius, in der Identifizierung ihrer Exemplare mit dem Linné'schen Phalang. reniforme völlig fehl gingen. Pocock (56), welcher in Bezug auf die Identifizierung des Linné'schen Ph. reniforme auf die Abbildung des alten Brown'schen Exemplars zurückgeht und hieraus sowol, wie aus dem Fundort Antigua wieder auf eine Form der »palmatus-Gruppe« als Typus schliesst, bezeichnet dann folgerichtig gerade umgekehrt die Simon'schen Admetusarten mit dem Gattungsnamen Tarantula, während er für die »pumilio-Gruppe« (mit Trochantergriffel) in Hinblick auf die recht unglücklich gewählte Gattungsdefinition Koch's den neuen Namen Heterophrynus in die Wissenschaft einführt. Endlich glaubt er eine dritte Gattung Phrynopsis (mit dem Phr. coronatus Butl.) von den übrigen Formen abtrennen zu können.

Wie im Früheren (vergl. pag. 4) dargelegt, ist der Name Tarantula unter allen Umständen für den Linné'schen Typus des Phalang. reniforme, d. h. also für eine Art der bisherigen Gatt. Phrynichus, zu reservieren und kommt daher hier weiter nicht in Frage. Ich glaube ihn durch Neophrynus ersetzen und als Typus dieser Gattung das Fabricius'sche Original seines Phalang. reniforme, d. h. das Phalang. palmatum Herbst annehmen zu können. Der Name Admetus Koch ist nach den heute geltenden Nomenklaturgesetzen wegen der schon 8 Jahre früher creirten Gastropodengattung Admete hinfällig; für ihn hat die Pocock'sche Bezeichnung Heterophrynus einzutreten. Zweifelhaft kann es erscheinen, ob die Gatt. Phrynopsis Poc. anerkannt werden muss oder nicht. Ihre Unterschiede von Neophrynus sind grösstenteils nur graduell, wie die Bedornung des Stirnrandes und der Tibien. Da indess die allerdings recht geringfügige Differenz in der Ausbildung des Tarsengliedes durchgreifend zu sein scheint, so mag die Gattung bis auf Weiteres bestehen bleiben. Wir hätten es demnach mit den drei Gattungen Phrynopsis, Neophrynus und Heterophrynus zu thun, deren unterscheidende Merkmale sich folgendermassen gegenüberstellen lassen:

A) Trochanter unterseits ohne langen nach hinten gerichteten Griffelfortsatz. Aussenrand der Palpentibia fast eine gerade Linie bildend. Innere Oberkante der Tibia mit 7—15 Dornen.

a) Auf den Metatarsus folgen nur vier scharf von einander abgesetzte Tarsenglieder (Fig. 11).[1] Stirnrand dicht mit 1 mm langen Stacheln besetzt (Fig. 13). Hand jederseits nur mit einem langen Dorn (Fig. 14). Innere Oberkante der Palpentibia mit zahlreichen, bis zum Grunde reichenden, abwechselnd langen und kurzen Dornen besetzt (Fig. 18). Äussere Unterkante der Tibia als leistenartiger, mit grober Körnchenreihe besetzter Grat entwickelt. Nach innen vom Grunddorn der Unterkante des Femur steht ein zweiter starker Dorn (Fig. 23).

1. Phrynopsis Poc.

b) Auf den Metatarsus folgen 4 weniger deutlich abgesetzte Tarsenglieder, deren zweites nahe dem Ende seitlich einen hellen Strich als Andeutung einer weiteren Theilung zeigt (Fig. 12). Stirnrand ganzrandig oder nur mit kurzen, nicht über $1/2$ mm langen Spitzen besetzt. Hand mindestens auf der Oberkante mit zwei langen Dornen (Fig. 15, 16). Innere Oberkante der Palpentibia mit 7—9 Dornen; zwischen den längeren höchstens am distalen Ende einige winzige Körnchen (Fig. 19—21). Äussere Unterkante nicht als scharfer Grat entwickelt. Nach innen vom Grunddorn der Unterkante des Femur steht kein Dorn.

2. Neophrynus n. n. (= Tarantula Karsch).

B) Trochanter unterseits mit langem, nach hinten gerichtetem, griffelförmigem Fortsatz (Fig. 24). Aussenrand der Palpentibia bei älteren Exemplaren bogig nach innen geschweift (Fig. 22). Innere Oberkante der Palpentibia mit 6—7 Dornen, von denen der 3.—5. von oben sich durch grosse Länge von den übrigen auszeichnen (Fig. 22). II. Fussglied nach dem Metatarsus ohne Andeutung einer weiteren Gelenkbildung. 3. Heterophrynus Poc.

1. Gatt. Phrynopsis Poc.

Die erste Art, welche aus dieser Formengruppe beschrieben wurde, ist der »Phrynus coronatus Butl. Trotzdem glaubt Pocock eine neu creirte Art Phrynopsis spinifrons als Typus der Gattung hinstellen zu sollen. Glücklicher Weise sind indess die Unterschiede beider »Arten« so minimal und variabel, dass man sie ohne Bedenken unter dem alten Butler'schen Namen vereinigen kann.

1. Phrynopsis coronatus (Butl.).

1873. Phrynus coronatus Butl. (Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XII p. 124).
1894. Phrynopsis coronatus Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 286).
1894. Phrynopsis spinifrons Poc. (ibid. p. 286).

Die *Färbung* des Cephalothorax ist gelbrot bis rotbraun, des Hinterleibes lehmgelb bis scherbengelb, wobei auf dem Rücken oft ein dunklerer Mittelstreif auftritt. Die Palpen sind braunrot, am Tibiengelenk heller; die Beine rotbraun, der Femur gegen das Ende dunkler, am Gelenk selbst lehmgelb.

Am *Cephalothorax* fällt sofort der mächtige Besatz des Vorderrandes mit 12—16 langen Zähnen auf (Fig. 13), die auch in der Mitte nicht kleiner werden, an den Seiten aber allmählich in kleinere Tuberkel übergehen. Die Fläche ist zerstreut grobkörnig, sonst fein chagriniert oder glatt. Der Augenhügel ist etwas mehr als sein Längsdurchmesser vom Vorderrande entfernt. Das Verhältnis von Länge zur Breite des Thorax schwankt zwischen 1 : 1,33 und 1 : 1,48, das der Augenweite zur Thoraxlänge von 1 : 1,7 bis 1 : 2,1. — Das *Abdomen* ist oberseits ebenfalls zerstreut körnig oder etwas reihenkörnig, unterseits glatt oder fast glatt.

Die *Mandibeln* zeigen an ihrer Innenfläche je eine Längsleiste starrer Börstchen (ähnlich dem Titanodamon medius Johnstonii).

Der Trochanter der *Palpen* trägt an seinem femoralen Gelenkrande 3 Dornen, von denen der der Unterseite am grössten. Hinten auf der Fläche noch ein grosser Dorn. Der Femur der Palpen zeigt auf seiner Oberkante etwa 7—9 grössere Dornen, deren grundständige nicht genau in der Reihe stehen. Der erste oder zweite vom Grunde ist der längste. Auf der Unterkante finden sich 5—6 grössere Dornen, dazwischen eine Reihe kleinerer. Besonders charakteristisch ist das Auftreten eines ziemlich starken Dornes am Grunde innen vom Grunddorn (Fig. 23). Die Länge des Femur ist selbst bei ganz grossen Exemplaren nicht viel grösser, als die Thoraxlänge. Das Verhältnis der letzteren zur Femurlänge schwankt zwischen 1 : 1,04 (juv.) und 1 : 1,38. Die Tibien, welche gleich dem Femur aussen grob spitzhöckerig erscheinen und am äusseren Unterrande eine körnchenbesetzte Leiste zeigen, tragen oberseits Alles in Allem etwa 14—15 Dornen und Dörnchen, von denen zwei bis drei der distalen Hälfte durch Grösse sich auszeichnen. Das Verhältnis der Länge des längsten Dorns zur Tibiendicke schwankt zwischen 1 : 0,58 und 1 : 0,91. Eigentümlich ist das Abwechseln grösserer und kleinerer Dornen (Fig. 18), wie es bei Neophrynus niemals in dieser Ausgeprägtheit vorkommt. Der Dorn, welcher zwischen den beiden längsten Dornen liegt, ist bald gleich, bald etwas, bald viel kleiner als derjenige, welcher auf den oberen längsten distalwärts folgt. Pocock glaubt vornehmlich aus dem verschiedenen Verhalten dieser beiden Dornen bei seinen zwei Exemplaren einen Artunterschied construieren zu können (bei spinifrons soll der zwischen den beiden längsten stehende Dorn winzig, bei coronatus so gross sein, als der »dritte vom Ende«); die mir vorliegenden 6 Exemplare zeigen jedoch in dieser Beziehung alle möglichen Zwischenstufen (0,5 : 1,5 bis 1,5 : 1.5). Die Unterkante der Tibia ist mit etwa 5 langen und dazwischen mit 7—8 kurzen Dornen besetzt.

Die *Hand*, welche am Grunde des Rückens oft etwas körnig ist, trägt an Ober- und Unterkante je nur einen langen Dorn, von denen der der Oberkante etwas hinter, der der Unterkante etwas vor der Mitte entspringt (Fig. 14). Vor diesen Dornen finden

sich oben 2—3, unten 1—2 kleine Höckerchen, wie auch die Oberkante am proximalen Teile mit 3—4 Höckerchen, die Unterkante mit ganz feiner Zähnelung besetzt ist.

Die Schenkel des 1. *Beinpaares* sind bei alten Exemplaren etwa vier mal so lang, als der Thorax, bei jüngeren 3—3½ mal. Sie sind grobkörnig stachelspitzig, die Tibien höckerborstig. Die scharfe Gliederung der 4 Tarsenendglieder, deren erstes keine Spur eines hellen Streifens an der Seite zeigt (Fig. 11), wurde schon in der Gattungstabelle erwähnt.

Die erwachsenen Tiere besitzen sehr ansehnliche Dimensionen und werden bis 40 und mehr mm lang.

Die *geographische Verbreitung* scheint auf Mexico und Californien bebeschränkt zu sein. Ein Exemplar des Hamburger Museums trägt die Etikette »Montevideo«.

2. Gatt. Neophrynus (= Tarantula aut.).

Als Typus der Gattung wähle ich das Phalangium palmatum Herbst, dessen Originalexemplar mir vorliegt, und das sich übereinstimmend erweist mit dem mir ebenfalls vorliegenden Original von Tarantula reniformis Fabricius (nec Linné, Pallas, Koch etc.). Bis zu den Arbeiten Pocock's in den Jahren 1893 und 94 waren von dieser Gattung im Ganzen 8 Arten beschrieben, nämlich N. palmatus (Herbst), N. fuscimanus und marginemaculatus (C. L. Koch), N. Whitei (Gerv), N. Pallasii (Blanch.), N. asperatipes (Wood), N. mexicanus (Bilim.) und N. Goësii (Thor.). Diesen 8 Arten hat Pocock nicht weniger als 14 neue hinzugefügt, von denen allerdings eine — N. Keyserlingii — später (56, p. 278) als unbegründet wieder eingezogen wurde. Man könnte so zu der Meinung kommen, dass in der That 21 wol charakterisierte Arten dieser Gattung sich aufstellen liessen, doch ist die Sache in Wirklichkeit durchaus nicht so schlimm. Zunächst ist hervorzuheben, dass unter den 8 älteren Arten 6 sich befinden, welche von Pocock nicht gekannt oder erkannt und also in seinen Bestimmungstabellen auch nicht erwähnt sind, während doch andererseits die Annahme nahe liegt, dass sie als die seit lange beschriebenen und häufigeren Formen in dem reichen Material des Britischen Museums nicht gefehlt haben werden. Sodann lässt sich nachweisen, dass die ursprünglichen 8 Arten aller Wahrscheinlichkeit nach auf 4 zu reduzieren sind, indem N. Goësii (Thor.) mit N. palmatus (Herbst), N. Pallasii (Blanch.) mit N. marginemaculatus (C. L. Koch), N. mexicanus (Bilim.) mit N. fuscimanus (C. L. Koch) und N. asperatipes Wood vermuthlich mit N. Whitei (Gerv.) synonym ist. Endlich sind viele der Unterschiede, welche Pocock zur Begründung seiner neuen Arten heranzieht — Verhältnis der Dornenlängen zu einander und zur Tibiendicke, Stirnspina, Augenweite, Femurlänge, Färbung etc. — in so hohem Grade auf Altersdifferenzen und individuelle Variation zurückzuführen, dass der Mehrzahl der von ihm aufgestellten Formen eine Berechtigung, selbst nur als charakterisierbare Varietät, nicht zuerkannt werden kann. So komme ich denn trotz eines ungemein reichen Materials von mehr als 160 Exemplaren,

oder vielleicht auch in Folge desselben, zu dem Schluss, dass die ganze Formengruppe zur Zeit nicht mehr als die 4 altbekannten Arten enthält, welche ich als N. palmatus (Herbst), fuscimanus (C. L. Koch), marginemaculatus (C. L. Koch) und Whitei (Gerv.) bezeichne. Die Einziehung der restierenden 17 »Arten« schon an dieser Stelle in extenso zu begründen, dürfte zu weit führen, doch werden bei Besprechung der Synonymie die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen berücksichtigt werden. Die Merkmale der 4 von mir unterschiedenen Arten sind folgende:

A) Zwischen den beiden längsten Dornen der Oberkante der Palpentibia, den »Hauptdornen«*) befinden sich zwei kürzere »Zwischendornen« (Fig. 21); die Gesammtzahl der Oberkantendornen der Palpentibia beträgt daher in der Regel 9.

1. N. fuscimanus (C. L. Koch).

B) Zwischen den beiden längsten Dornen der Oberkante der Palpentibia steht nur ein kürzerer »Zwischendorn« (Fig. 19, 20); die Gesammtzahl der Oberkantendornen der Palpentibia beträgt daher in der Regel 8 (oder 7).

a) Der »Zwischendorn« der Oberkante der Palpentibia ist beträchtlich länger als der auf den unteren Hauptdorn proximal folgende »Grunddorn«, dessen Länge meist nur wenig über 1 mm beträgt. Die Tibien-Oberkante besitzt daher nur drei durch Länge sich auszeichnende Dornen (die beiden Hauptdornen und den Zwischendorn; Fig. 20). Cephalothorax in der Gegend der Seitenaugen jederseits meist, aber nicht immer, mit goldglänzendem, gelbem Fleck. Proximales Dörnchen der Handoberkante nur ein winziger, dem Grunde des Dorns ansitzender Tuberkel. 2. N. Whitei (Gerv.).

b) Der »Zwischendorn« der Oberkante der Palpentibia ist kürzer als der auf den unteren Hauptdorn proximal folgende »Grunddorn«. Die Tibien-Oberkante besitzt daher vier durch Länge ausgezeichnete Dornen (2 Hauptdornen, 1 Zwischendorn und den dem unteren Hauptdorn sich anschliessenden Grunddorn; Fig. 19). Cephalothorax in der Gegend der Seitenaugen ohne goldglänzenden Fleck.

α) Proximal von dem dominierenden Hauptdorn der Hand-Oberkante befindet sich ein selbständiges, mit jenem paralleles und von der Oberkante selbst entspringendes, spitzes Dörnchen (Fig. 15). Grunddorn der Femur-Oberkante der Palpen zwar meist mit dem folgenden am Grunde verwachsen, aber in der Oberaufsicht doch meist ganz oder zum grössten Theil neben diesem hervortretend und mit ihm oft fast parallel (Fig. 25). Trochanter der Palpen auf der Vorderfläche in dem spitzen Winkel am Femurgelenk mit einem Dorn, der den zweiten Randdorn des Trochanter an Grösse übertrifft (Fig. 27, 28) und fast oder ganz so stark ist, als der dritte Randdorn (an der Unterseite des Trochanter). Vorderfläche

*) Die beiden längsten Dornen der Oberkante der Palpentibia mögen in Zukunft als Hauptdornen, die oder der zwischen diesen stehende als Zwischendorn bezeichnet werden. Die kleineren Dornen am distalen Ende würden dann passend als Enddornen, die proximalen als Grunddornen zu benennen sein.

von Femur und Tibia der Palpen und ebenso die Rückenfläche der Palpentibia glatt oder zerstreut körnig, selten zwischen den Körnchen auch etwas fein chagriniert. 3. N. palmatus (Herbst).

β) Am Grunde des Hauptdorns der Hand-Oberkante sitzt nur ein winziges, in der Oberaufsicht oft kaum sichtbares, spitzes Höckerchen, das nicht als selbständiges, von der Oberkante selbst entspringendes Dörnchen erscheint (Fig. 16). Grunddorn der Oberkante des Palpenfemur mit dem nächstfolgenden am Grunde verwachsen, und meist von ihm bis auf die seitlich im Winkel etwas heraustretende oberste Spitze völlig verdeckt (Fig 26). Trochanter der Palpen auf der Vorderfläche in dem spitzen Winkel am Femurgelenk mit einem Dorn, der nicht oder kaum grösser ist, als der zweite (Fig. 29), und viel kleiner als der dritte Randdorn des Trochanter (an der Unterseite des letzteren). Vorderfläche von Femur und Tibia der Palpen stets sehr deutlich und dicht feinkörnig chagriniert, aber meist ohne zerstreute gröbere Körnchen. Rückenfläche der Palpentibia gekörnt und dicht chagriniert.
4. N. marginemaculatus (C. L. Koch).

1. **Neophrynus fuscimanus** (C. L. Koch).

1848 Phrynus fuscimanus C. L. Koch (Arachn. XV, p. 67, Fig. 1463).
1850 Admetus „ C. L. Koch (Arachn. system, 5. Heft, p. 81)
1867 Phrynus mexicanus Bilim. (Verh. Zool.-Bot. Ver., Wien, XVII, p. 231).
1893 Tarantula viridiceps Poc. (Linn. Soc. Zool., XXIV, p. 540).
1894 „ laevifrons Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV, p. 279).
1894 „ azteca Poc. (ibid., p 280)
1894 „ macrops Poc. (ibid., p. 281).

Die Originalexemplare von C. L. Koch und Bilimek liegen mir vor; ihre Zusammengehörigkeit ist ohne Weiteres ersichtlich. Etwas eingehender muss ich mich leider mit den 4 von Pocock aufgestellten Arten beschäftigen, da die von diesem Autor nach sehr geringem Material entworfenen Tabellen auf den ersten Blick immerhin etwas Bestechendes haben, und in der That ein ernstes Studium dazu gehört, um alle diese »Arten« auf ihren wahren Werth zurückzuführen. Von vornherein will ich bemerken, dass von irgend welcher geographischen Trennung derselben gar nicht die Rede sein kann, da sie mir sämmtlich aus dem Gebiet von Mexico durch Centralamerika bis Panama vorliegen.

Das erste, also wol hauptsächlichste Merkmal, nach dem Pocock seine Arten in zwei Gruppen zu je 2 theilt, ist das von ihm auch sonst ausgiebig verwerthete relative *Längen-Verhältnis* der *Tibiendornen* zur Dicke der Tibien. Bei T. macrops und laevifrons ist der grösste dieser Dornen länger als die Tibiendicke, bei viridiceps und azteca kleiner. Ich habe mir die Mühe gemacht, 23 von meinen Exemplaren in Bezug auf diese Verhältnisse zu messen und gelange so, indem ich die Thiere einfach

nach der Grösse — gemessen an Länge und Breite des Thorax — ordne, zu folgender Tabelle:

	Thor.-Breite	Thor.-Länge	Dornen-länge	Palpen Tibiendicke		Thor.-Breite	Thor.-Länge	Dornen-länge	Palpen Tibiendicke
1)	15	: 10	5,4	: 3,2	13)	10,8	: 7,8	2,8	: 2,8
2)	15	: 10	4,4	: 3,2	14)	10,2	: 7	2,5	: 2,5
3)	14	: 9,5	4,2	: 3,4	15)	10	: 6,8	2,5	: 2,5
4)	14	: 9	3,8	: 3,2	16)	10	: 6,2	2,2	: 2,4
5)	13,5	: 9,8	3,2	: 3	17)	10	: 6,2	2,5	: 2,5
6)	13,5	: 8,9	3,3	: 3	18)	9,5	: 6,4	2,2	: 2,6
7)	13,2	: 8,5	4	: 3,2	19)	9	: 6,5	2,2	: 2,5
8)	13	: 9	3,6	: 3,2	20)	9	: 5,8	2,3	: 2,6
9)	12	: 8,2	3,5	: 3,2	21)	9	: 5,8	2,6	: 2,3
10)	12	: 8	3	: 3	22)	8,5	: 6	2	: 2,3
11)	11,2	: 7,5	3	: 2,9	23)	7,5	: 5,2	1,5	: 2
12)	11	: 6,8	2,5	: 2,5					

Das grösste der untersuchten Exemplare hat demnach ein Verhältnis des längsten Dorns zur Tibiendicke von 5,4 : 3,2 (= 1 : 0,59), das mittelste von 2,5 : 2,5 (= 1 : 1) und das kleinste ein solches von 1,5 : 2 (= 1 : 1,33). Es dürfte aus diesen Daten der Schluss wohl nicht zu gewagt sein, dass das Verhältnis des längsten Tibiendorns zur Tibiendicke eine Funktion der Körpergrösse ist, oder, mit andern Worten, dass die Dornenlänge mit dem Alter relativ schneller zunimmt, als die Tibiendicke, eine Thatsache, die man eigentlich von vornherein hätte erwarten können, da ein Dorn von 5 mm Länge wol etwas sehr Brauchbares, eine Tibia von 5 mm Dicke aber etwas Ueberflüssiges wäre. Bemerken will ich noch, dass die in obiger Tabelle gegebenen Werthe zwar mit möglichster Genauigkeit bestimmt sind, dass aber selbstverständlich ohne mikroskopische Hülfsmittel Zehntel-Millimeter immer nur approximativ geschätzt werden können. Auf diesen Umstand dürfte noch ein Theil der in der Tabelle zu Tage tretenden Unregelmässigkeiten zurückzuführen sein, doch soll natürlich nicht in Abrede gestellt werden, dass individuelle Schwankungen sich finden, wie dies beispielsweise bei No. 21 der Tabelle augenscheinlich der Fall ist. Jedenfalls aber glaube ich, durch diese Serie von Messungen bewiesen zu haben, dass an eine Artunterscheidung auf Grund der beregten Maassverhältnisse nicht zu denken ist. Die Pocock'schen »Typen«, um auch das noch zu erwähnen, fügen sich nach dessen Massangaben vortrefflich in die obige Tabelle ein; nur die 12 mm breite T. azteca steht mit ihrem Verhältniss Dorn: Tibiendicke = 2,5 : 3,5 mm etwa ähnlich isoliert da, wie unsere No. 21. Ist indess bei der Messung ein Fehler von auch nur 2—3 Zehntel mm mit untergelaufen, den ich oft genug bei der Controle meiner eigenen Messungen beobachtete, so sind die Zahlen immerhin etwa unserer No. 10 an die Seite zu stellen.

Doch Pocock hat sich selbstverständlich nicht mit dem einen Merkmal der verschiedenen relativen Dornenlängen begnügt, sondern er hat deren eine ganze Reihe. Kurz kann ich mich fassen in Betreff der *»Höhe des Augenhügels«*. Junge Exemplare

zeigen ihn stets niedrig, ganz alte relativ höher; zwischen beiden finden sich alle möglichen Zwischenstufen. Auch liegen mir Individuen vor, bei denen der Augenhügel schon ziemlich hoch (also »macrops-Gruppe«), während die Dornenlänge auf die »azteca-Gruppe« hinweist, und umgekehrt. — Nicht glücklicher ist die Unterscheidung beider Gruppen nach dem relativen *Längenverhältnis der beiden zwischen den beiden längsten Tibiendornen gelegenen Dornen.* Bei der »macrops-Gruppe« sollen diese beiden Dornen (der vierte und fünfte) sehr ungleich, bei der »azteca-Gruppe« fast gleich sein. Dem gegenüber muss ich betonen, dass mir in dieser Hinsicht alle nur denkbaren Variationen von völliger Gleichheit bis zu weitgehender Verschiedenheit vorliegen, und dass diese Verhältnisse zu den beiden vorher besprochenen Merkmalen in absolut gar keinem Zusammenhange stehen. So zeigten sich bei einem typischen »laevifrons« (Tibiendornen: Tibiendicke = 4,4 : 3,2) die beiden in Rede stehenden Zwischendornen von fast gleicher Ausbildung; von zwei anderen Exemplaren, beide demselben Glase entnommen (Dornen: Tibiendicke 2,8 : 2,8 und 2,2 : 2,4), die man wohl als »azteca« ansprechen müsste, hatte das grössere ebenfalls zwei fast gleiche Dornen, während bei dem andern der fünfte noch nicht ganz ein Drittel der Grösse des vierten besass. Doch ich würde nur ermüden, wenn ich Dinge weiter darlegen wollte, die Jedermann bei einigermassen zureichendem Material ohne Weiteres konstatiren kann. So will ich denn auch nur andeuten, dass die *Stirnspina* oft genug bei der »macrops-Gruppe« zurückgezogen, bei der »azteca-Gruppe« hingegen vorgestreckt ist, also dann gerade die entgegengesetzten Verhältnisse zeigt, wie sie Pocock für seine Gruppen charakteristisch hält.

Grosse Verschiedenheiten ohne Zweifel bietet die *Bedornung der Hand*, welche Pocock nun des Ferneren zur Trennung seiner beiden Gruppen in »Arten« verwerthet, so zwar, dass er unterscheidet, ob der erste oder Grunddorn der Hand-Oberkante grösser oder kleiner entwickelt ist, als der dritte oder Enddorn. Ich muss gestehen, dass mir dieser Unterschied anfangs sehr plausibel erschien. Nachdem ich aber mehrere Fälle beobachtet, in welchen beide Dornen fast oder ganz gleich, andere, in denen der eine Dorn ganz fehlte; nachdem ich solche Ungleichheiten bei Exemplaren aus demselben Glase gefunden, und nachdem endlich beim Koch'schen Typus der Art an der linken Hand gerade das umgekehrte Verhältnis, wie an der rechten zu constatieren war, dieses Koch'sche Original also auf der einen Seite als »viridiceps«, auf der andern als »azteca« sich entpuppte, da musste ich wol oder übel zu der Ueberzeugung gelangen, dass eben diese »sekundären« Dornen und Höckerchen an den beiden Kanten der Hand in Bezug auf ihre relative Ausbildung eine aussergewöhnlich starke Variation zeigen, und damit war auch der letzte Grund zur Anerkennung der vier Pocock'schen Arten gefallen.

Die *Färbung* des N. fuscimanus variiert wie gewöhnlich vom Lehmgelb bis zum Dunkelrotbraun. Bei jüngeren Exemplaren erscheinen die Vertiefungen des Thorax zuweilen schwärzlich. Das Abdomen ist oft schön ockergelb, oft rotbraun mit gelben Flecken. Die meist rotbraunen Beine sind einfarbig oder mehr weniger deutlich geringelt, namentlich das 4. Paar.

Das Verhältnis der *Thorax*länge zur -breite schwankt nach meinen Messungen

von 1 : 1,38 bis 1 : 1,61, die Augenweite zur Thoraxlänge von 1 : 1,56 bis 1 : 2,6. Der Stirnrand erscheint gerade abgeschnitten, mit aufgewulstetem, schwach gezähntem Rande. Der Augenhügel ist etwa um seine Länge vom Vorderrande entfernt. Fläche des Cephalothorax und Abdomen zerstreut körnig, dazwischen fein chagriniert. Die Stirnspina ist teils mehr, teils weniger oder gar nicht vorgestreckt.

Die *Palpen* sind verhältnismässig kurz. Das Verhältnis der Thoraxlänge zur Tibienlänge fand ich von 1 : 0,77 bis 1 : 1,3. Die Tibienoberkante trägt in der Regel 9 Dornen, von denen der 3. und 6. die längsten. Zuweilen ist jedoch noch ein winziger 10. Dorn zu beobachten, der sich zwischen den 1. und 2. Grunddorn einschiebt. Bei einem ganz jungen Exemplar, das Bilimek (35) erwähnt, sind die 2 distalen Enddornen und der erste Grunddorn noch nicht entwickelt, während der obere Zwischendorn als ganz winziges, nur 1/3 der Länge des unteren erreichendes Spitzchen erscheint. An der Hand ist je ein langer Hauptdorn etwa in der Mitte von Ober- und Unterkante stets vorhanden. Am Grunde von diesem, wie am distalen Ende der Hand, findet sich dann ferner auf jeder Kante je ein verschieden entwickelter Nebendorn, über deren relative Grösse ich bereits oben berichtet habe. Endlich zeigen die Kanten jederseits noch eine wechselnde Zahl kleinerer Höckerchen, von denen namentlich die auf die distalen Nebendornen proximal folgenden wieder zu kleinen Dörnchen auswachsen können.

Die *geographische Verbreitung* des Neophrynus fuscimanus erstreckt sich von Mexico, wo er sehr häufig ist, durch ganz Centralamerika (Yukatan, Cozumel-Inseln, Guatemala) über die Landenge von Panama bis nach Columbien. Ein Glas trägt die Etikette Havana, und das Britische Museum besitzt Exemplare von den Bahama-Inseln. — Im Ganzen haben mir über 30 Exemplare von 18 verschiedenen Fundpunkten vorgelegen.

2. **Neophrynus Whitei** (Gerv).

1842. Phrynus Whitei Gerv. Bull. Soc. Phil. 1842; l'Institut 1842, p. 72; (Ins. Apt. 1843 III. p. 6).

? 1863. Phrynus asperatipes Wood (Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. p. 107—112; Journ. Ac. Nat. Sc. Ph. (2) v. p. 375—76).

1894. Tarantula Whitei Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 277).

Die Thatsache, dass das Gervais'sche Original angeblich von Burdwan in Indien stammt, hat die Identifizierung der Art einigermassen erschwert, so lange nicht durch einen modernen Autor, wie dies durch Pocock geschehen, die Zugehörigkeit zu den amerikanischen Tarantuliden ausdrücklich constatiert war. Immerhin erwähnt schon Gervais des eigenthümlichen, goldglänzenden Fleckenpaares auf der Stirn des Cephalothorax, der diese Art in der Regel sofort kenntlich macht. Ob der Phrynus asperatipes Wood wirklich hierher gehört, ist aus der Beschreibung (33) nicht mit Sicherheit zu ersehen. Die gegebenen Merkmale passen indess so gut, dass Simon gleicher Weise ein Exemplar dieser Art als Phrynus asperatipes Wood bestimmt hat. Auch der

Fundort Untercalifornien scheint sich den bisher bekannten Fundorten der Art anzuschliessen.

Da weitere Synonyme nicht zu erörtern sind, so kann ich mich über die in der Bestimmungstabelle noch nicht berücksichtigten Merkmale der Art kurz fassen.

Die *Färbung* des Cephalothorax ist rotbraun, der Rand hellgelb; auch die Erhabenheiten des Thorax sind oft etwas heller. Die goldglänzenden Flecke nach innen von den Seitenaugen wurden nur in 2 von 9 Fällen vermisst. Das Abdomen ist gelbraun oder braun, mit grossen, schön gelben, fast hufeisenförmigen Flecken um die Gruben und mit helleren Rändern. Die Palpen sind schön rotbraun, die Beine meist einfarbig rotbraun oder lehmfarben. Nur bei einem jungen Individuum war eine Ringelung der Schenkel angedeutet.

Auf dem *Cephalothorax* stehen die Mittelaugen etwa um den Längsmesser des Augenhügels vom Rande entfernt. Die Stirnspina ist verborgen. Die Fläche des Cephalothorax ist dicht fein chagriniert und zerstreut gekörnt. Das Verhältnis der Thoraxlänge zur Thoraxbreite schwankt zwischen 1 : 1,4 bis 1 : 1,52, das der Augenweite zur Thoraxlänge zwischen 1 : 2,1 bis 1 : 2,6, die Augenweite ist also stets geringer, als die halbe Thoraxlänge.

Der Trochanter der *Palpen* trägt 4 Dornen, von denen 3 am Rande des Femurgelenkes stehen; der im Gelenkwinkel stehende ist kaum grösser, als der zweite. Der Femur besitzt auf seiner Oberkante 5 Dornen, von denen der grundständige fast durch den nächst folgenden verdeckt wird. An der Unterkante nehmen die 6 bis 8 Dornen vom Grunde nach dem Ende fast gleichmässig an Länge ab. Die Länge des Palpenfemur ist geringer als die Länge des Cephalothorax; seine Vorderfläche ist, wie die Tibienvorderfläche, deutlich und dicht feinkörnig chagriniert. Die Oberkante der Palpentibia zeigt distal vom oberen Hauptdorn in der Regel nur 2 »Enddornen«, daneben höchstens 1—2 winzige Höcker. Der »Zwischendorn« kann die Länge der beiden Hauptdornen erreichen, wodurch dann der Dornenbesatz der Tibia sehr an denjenigen bei Heterophrynus erinnert. Das Verhältnis des längsten Dorns zur Dicke des Unterarms variirt von 1 : 0,86 (juv.) bis 1 : 1,21 (ältere Individuen). Die »Grunddornen« der Tibienoberkante treten ebenfalls meist in der Zahl zwei auf, von denen der dem unteren Hauptdorn nächste sich durch seine aussergewöhnliche Kürze auszeichnet; er ist $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ mal kürzer als jener (Fig. 20). Die Hand trägt an Ober- und Unterkante etwas vor der Mitte je einen Hauptdorn. Auf den der Oberkante folgt distal unmittelbar ein mäfsig langer Dorn und sodann einige Dörnchen gegen das Ende des Gliedes. Proximal vom Hauptdorn sind meist nur einige winzige Höckerchen zu erkennen. Auf der Unterkante ist ein endständiges Dörnchen wohl entwickelt; proximal vom Hauptdorn ein mässiger Zahnhöcker und ein bis mehrere kleinere Zähnchen. — Die wichtigsten Charaktere weisen auf eine ausserordentlich nahe Verwandtschaft mit N. marginemaculatus hin, zu welcher Art die vorliegende vielleicht später — bei Auffindung von Zwischengliedern — als Varietät gezogen werden dürfte.

Die *Heimath* des Neophrynus Whitei ist Texas, Mexico und Central-

amerika, südlich bis Nicaragua. Der Woodsche Ph. asperatipes stammt aus Unter-Californien. — Im Ganzen haben mir 9 Exemplare von 6 verschiedenen Fundorten vorgelegen.

2. Neophrynus palmatus (Herbst).

1781. Phalangium reniforme Fabr. (Species insect. T. I. p. 548—49).
1793. Tarantula reniformis Fabr. (Entomol. syst. II. p. 432).
1797. Phalangium palmatum Herbst (Natursyst. d. ungefl. Ins. p. 82, Tfl. IV, Fig. 2).
1841. Phrynus palmatus C. L. Koch (Arachn. VIII, p. 13, Fig. 601).
1889. Phrynus Goësii Thor. (Ann. Mus. civ. Genova XXVII, p. 531).
1892. Admetus palmatus Sim. (Soc. Ent. France LXI, p. 51).
? 1893. Tarantula tessellata Poc. (Journ. Linn. Soc. Zool. XXIV, p. 404 u. p. 531).
? 1893. Tarantula spinimana Poc. (ibid. pag. 534).
? 1893. Tarantula longipes Poc. (ibid. p. 536).
1893. Tarantula Pallasii Poc., nec Blanch. (ibid. p. 533).
1893. Tarantula barbadensis Poc. (ibid. p. 529).
? 1894. Tarantula Thorellii Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV, p. 282).
? 1894. Tarantula santarensis Poc. (ibid. p. 284).
? 1894. Tarantula pulchripes Poc. (ibid. p. 283).
? 1894. Tarantula Gervaisii Poc. (ibid. p. 285).
1894. Tarantula reniformis Poc. (ibid. p. 278 u. 297).

Dass Tarantula reniformis Fabr., Phalangium palmatum Herbst und Phrynus Goësii Thor. spezifisch gleich, konnte ich durch Vergleichung der Originalexemplare feststellen. Dagegen beruht meine Identifizierung der 8 Pocockschen Arten mit dem altbekannten Phal. palmatum Herbst lediglich auf dem Studium der Variationsweite dieser Form, verglichen mit den von Pocock für seine »Arten« aufgeführten Merkmalen.

Als oberstes Eintheilungsprinzip seiner Arten wählt Pocock das *relative Längenverhältnis der Unterarmdornen zur Dicke des Unterarms;* er unterscheidet zwei Gruppen, bei deren einer die Dornen der Oberkante länger, bei deren anderer sie kürzer sind, als die Dicke des Unterarms. Meine Messungen lehren nun, dass bei der vorliegenden Art diese Verhältnisse mit zunehmendem Alter sich ganz ähnlich ändern, wie ich dies für N. fuscimanus des weiteren dargelegt. So finde ich unter 7 Exemplaren desselben Glases das Verhältnis des längsten Dornes zur Unterarmdicke bei dem jüngsten Exemplar von 15 mm Thoraxbreite = 3,5 : 3,8 oder etwa 1 : 1,1, bei einem mittleren von 17,5 mm Thoraxbreite = 4,7 : 4,8 oder etwa 1 : 1, und bei dem grössten von 20,5 mm Thoraxbreite = 5,9 : 5 oder 1 : 0,85, und diesen Zahlen entsprechen die Zwischenstufen. Ein noch jüngeres Exemplar von nur 14.3 mm Thoraxbreite von demselben Fundorte ergab für dieses Verhältnis, dem von mir aufgestellten Gesetz entsprechend, die Zahlen 3,4 : 4,1 mm oder 1 : 1,21. Aehnliche Beobachtungen wurden in allen Fällen gemacht, wo eine Mehrheit von Individuen von demselben Fundorte vorlag. Die Pocock'sche Haupteintheilung ist daher mindestens in seiner allgemeinen Fassung zur Artunterscheidung

unbrauchbar. Aber auch, wenn man jenes Merkmal auf Exemplare von annähernd gleicher Grösse bezieht, wird man schwerlich zur Abgrenzung selbständiger Arten gelangen können. Gewiss unterliegt es keinem Zweifel, dass individuelle Variationen in der relativen Länge der Tibiendornen vorkommen, wie mir denn beispielsweise ein Exemplar von nur 15,5 mm Thoraxbreite mit einem Verhältnis der Dornen zur Unterarmdicke von 6,5 : 3,5 mm, also von 1 : 0,52 vorliegt; aber solche Extreme sind einerseits keineswegs lokal begrenzt, sondern finden sich in Brasilien gleicherweise wie auf Hayti, ja hier mit dem anderen Extrem an demselben Fundorte; andererseits sind sie derartig durch Zwischenstufen mit dem andern Extrem verbunden, dass sich absolut kein Punkt finden liess, an welchem eine artliche Trennung vollzogen werden könnte, zumal jene langdornigen Formen in allen übrigen Merkmalen auf das genaueste mit kurzdornigen Exemplaren übereinstimmen.

Kaum glücklicher sind die weiteren Merkmale, welche Pocock zur Charakterisierung seiner Arten heranzieht. Die *Stirnspina* ist, wie bei allen Gruppen der Tarantuliden, bald verborgen, bald mehr oder weniger vorspringend; bei Exemplaren desselben Glases finden sich in Bezug auf diesen Punkt die weitgehendsten Verschiedenheiten, und nur in einem Falle ist, wie weiter unten zu zeigen, das eigenartige Verhalten der Spina wol zur Begründung einer eigenen Varietät mit in Rechnung zu ziehen. Die *Länge der einzelnen Beinabschnitte* wächst, wie bei allen Tarantuliden, bei zunehmendem Alter relativ mehr als die Länge und Breite des Thorax. Es ist daher ganz selbstverständlich, dass ganz alte Thiere, und namentlich alte Männchen, ein anderes Verhältnis etwa des Femurs des I. Beinpaares zur Thoraxbreite zeigen, wie jüngere, und dass alle möglichen Zwischenstufen bei ausgedehnten Messungen sich ergeben müssen. Als Beispiel verweise ich auf die oben erwähnten 7 Exemplare desselben Fundortes, bei deren jüngstem dieses Verhältnis die Zahlen 1 : 1,46 ergab, während beim ältesten die Zahlen 1 : 1,75 gefunden wurden. Von hier führen die Verhältnisse 1 : 1,80, 1 : 1,82, 1 : 2,3, 1 : 2,5, wie sie bei Individuen verschiedener Fundorte beobachtet wurden, zu den Zahlen, welche Pocock als für seine Tarantula longipes charakteristisch annimmt (1 : 2,52).

Nicht unerhebliche Schwankungen lässt sodann die *Ausbildung der »Nebendornen«* der Ober- und Unterkante der Hand erkennen, indem dieselben bald länger, bald kürzer erscheinen. Namentlich schlankdornige Exemplare pflegen auch jene Nebendornen länger entwickelt zu haben. Der Typus der Hand aber mit seinem Hauptdorn und seinem oberen und unteren Nebendorn auf jeder Seite bleibt in allen Fällen durchaus derselbe, wie dies auch sehr schön die von Pocock für zwei verschiedene »Artgruppen« gegebenen Abbildungen (56, Tfl. VII, Fig. 5a u. 6a) erkennen lassen.

Die *Entfernung der Mittelaugen vom Stirnrande* ist, wie ich mich überzeugt zu haben glaube, nur in sehr beschränktem Maasse und nur bei Anwesenheit weiterer unterscheidender Charaktere zur Arttrennung verwertbar, da sie innerhalb derselben Species ziemlich beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Dasselbe gilt von der *»Augenweite«* (Distanz zwischen den Seitenaugen) in ihrem Verhältnis zur Thoraxlänge. Jedenfalls liefert das letztere kein Unterscheidungsmittel zwischen der Pocockschen T. reni-

formis und T. barbadensis, indem ich bei ersterer ein lückenloses Aufsteigen dieses Verhältnisses — bei 30 Individuen — von 1 : 1,74 bis 1 : 2,4, bei letzterer von 1 : 1,66 bis 1 : 1,95 beobachten konnte.

Gänzlich unbrauchbar zur Artunterscheidung ist endlich die *Färbung*. Oft genug habe auch ich gedacht, zwei nahe verwandte Formengruppen an dem Auftreten oder Fehlen der Ringelung des Femur, der intensiveren Färbung und Fleckenzeichnung des Abdomens unterscheiden zu können. In allen Fällen aber fanden sich Individuen, welche, der einen Formengruppe angehörig und mit deren Exemplaren in demselben Glase, die für die andere Formengruppe als charakteristisch angenommene Färbung aufwiesen und umgekehrt. Eine Ringelung der Beine z. B. kann, wie ich glaube, bei sämmtlichen Arten der Tarantuliden auftreten; ihr mehr oder minder häufiges Fehlen wird oftmals als Alterscharakter zu deuten sein; in andern Fällen mögen uns unbekannte lokale Verhältnisse oder individuelle Disposition eine Rolle spielen: Ein Merkmal von specifischem Werthe hingegen ist die Ringelung der Beine und ebenso die intensivere Fleckenzeichnung des Abdomens sicher nicht.

Es könnte noch die Unmöglichkeit, aus der verschiedenen *Körnelung des Thorax* und der Palpen, oder gar aus den *absoluten Grössenmaassen* Artunterschiede zu konstruieren, des Näheren beleuchtet werden, doch glaube ich im Vorstehenden genugsam dargethan zu haben, dass in der That die von Pocock aufgestellten Tabellen bei jeder grösseren Individuenzahl als völlig unzureichend und unzutreffend sich erweisen. Möglich ist es ja immerhin, dass bei weitergehendem Studium einzelne geographische Rassen sich schärfer herausheben lassen; vor der Hand aber sind meine diesbezüglichen Versuche fast vollkommen gescheitert, und nur die T. barbadensis Poc. möchte ich in diesem Sinne als eine in der Regel leicht unterscheidbare Varietät unserer Art anerkennen (vergl. unten).

Die *Färbung* des Neophrynus palmatus ist ganz ungemein variabel, so dass es schwer hält, ein allgemeines Bild derselben zu entwerfen. Der Cephalothorax ist meist rotbraun oder braunrot bis dunkelbraun, an den Rändern, namentlich bei jüngeren Exemplaren, häufig mit helleren Randflecken. Eben gehäutete und ganz junge Exemplare sind natürlich einfarbig lehmgelb. Das Abdomen variiert vom schmutzigen Grüngelb bis zum satt Orange oder Braun. Es ist oftmals einfarbig; ebenso häufig aber heben sich hellere Flecke um die dann schwarz markierten Grübchen mehr oder weniger deutlich ab. Auch kann in der Mittellinie der Segmente ein scharfer Gegensatz zwischen dunkler Vorderhälfte und hellerem Hinterrandfleck entstehen, wodurch das ganze Abdomen fast eine schachbrettförmige Zeichnung erhält. Die Palpen entsprechen im Allgemeinen der Färbung des Thorax. Die Schenkel der Beine sind meist einfarbig, können jedoch auch vollkommen deutlich und scharf geringelt erscheinen.

Das Verhältnis der *Thorax*länge zur Thoraxbreite schwankt zwischen 1 : 1,33 und 1 : 1,9 (juv.), das der Augenweite zur Thoraxlänge zwischen 1 : 1,6 und 1 : 2,4, ohne irgendwelche erkennbare Lücke. Die Stirnspina ist bald völlig verborgen, bald mehr oder weniger vorgestreckt, bei der var. barbadensis Poc. vom Stirnrande als gleich-

seitiges Dreieck meist direkt nach abwärts gerichtet. Die Entfernung der Mittelaugen vom Stirnrande kann etwa die Grösse des Längenmessers des Augenhügels erreichen, ist aber oft bedeutend geringer. Die Fläche des Cephalothorax ist meist feinkörnig mit zerstreuten gröberen Körnchen.

Die *Palpen* sind ziemlich kurz; nur bei älteren Exemplaren ist ihr Femur länger als die Thoraxlänge. Am Trochanter finden sich 4 oder 5 Dornen im Ganzen, über deren Auftreten noch weiter unten zu berichten ist. Der Femur trägt an der Ober-, wie an der Unterkante 5—6 Dornen. Der Grunddorn der Oberkante ist in der Oberaufsicht meist fast völlig sichtbar. Die Vorderfläche des Femur und der Tibia sind meist nur zerstreut gekörnt oder glatt, selten auch noch fein chagriniert. Dasselbe gilt von der Aussenfläche der Tibia, welche namentlich bei jungen Individuen oft völlig glatt erscheint und auch bei alten zwischen der groben Körnelung meist nur hie und da eine feine Chagrinierung erkennen lässt. Die Tibienoberkante besitzt ausser den 2 Hauptdornen und dem kürzeren Zwischendorn proximal stets noch mindestens zwei Grunddornen, von denen der dem unteren Hauptdorn nächste von beträchtlicher Länge und meist länger als der Zwischendorn ist (Fig. 19). Enddornen sind meist 3 vorhanden, welche distal an Grösse abnehmen. Der dritte, und auch wol noch ein vierter, sind oft nur als mässige Höckerchen entwickelt. Am Grunde der stärkeren Dornen sitzt zuweilen noch je ein kleines Zähnchen. Das Längenverhältnis des längsten Hauptdorns zur Dicke der Tibia schwankt nach meinen Messungen an etwa 40 Exemplaren von 1 : 0,52 bis 1 : 1,66, wobei die letzteren Zahlen vorwiegend an jugendlichen, die ersteren an alten Individuen beobachtet wurden. Die Unterkante der Palpentibia trägt etwa 3 bis 4 stärkere Dornen und dazwischen eine Anzahl kleinerer. An der Oberkante der Hand sind der Hauptdorn, wie der distale und der proximale Nebendorn stets deutlich entwickelt (Fig. 15), wenn auch sehr verschieden in ihrer Länge. Daneben finden sich dann sowol auf der Kante selbst, wie am Rücken des distalen Nebendorns kleinere Zähnchen in wechselnder Zahl. Noch grössere Verschiedenheit in der Ausbildung der beiden Nebendornen zeigt die Unterkante. Bei schlank-dornigen Individuen sind auch sie von ansehnlicher Länge; in andern Fällen erscheinen sie fast kurz zahnartig, namentlich der proximale. Der Rücken des distalen Nebendorns trägt ebenfalls 1 oder mehrere Zähnchen.

Auf die verschiedene Länge der Beinabschnitte im Verhältnis zur Thoraxlänge wurde bereits oben hingewiesen.

Varietäten. Von der Hauptmasse der durch obige Beschreibung charakterisierten und über einen grossen Theil des wärmeren Amerikas verbreiteten Formenkreises scheint sich zum mindesten eine Gruppe mit beschränkterem Verbreitungsbezirk etwas schärfer herauszuheben, so dass man sie wol als in vielen Fällen leicht erkennbare Varietät bezeichnen kann, nämlich die Tarantula barbadensis Poc In typischer Ausprägung würde sie sich etwa folgendermaassen von der Hauptform unterscheiden lassen:

Körper meist kleiner als bei der Hauptform. Beine oft deutlich geringelt, und

das Abdomen schachbrettartig gefleckt. Mittelaugen nicht um den halben Längsmesser dss Augenhügels vom Vorderrande entfernt, sondern ganz nahe demselben. Stirnspina als breites Dreieck direkt vom Stirnrande abwärts oder vorwärts gerichtet (Fig. 30), nicht erst unter den Stirnrand zurückgezogen. Auf der Fläche des Trochanters der Palpen ist ein fünfter spitzer Dorn, in der Grösse des Gelenkwinkeldorns und gleich ihm in der Längsmediane des Trochanters gelegen, wol entwickelt (Fig. 28). Die Ober kantendornen des Unterarms sind verhältnismässig kurz (Dorn zur Dicke des Unterarms = 1 : 1,44 bis 1 : 1,66). Proximaler Nebendorn der Handunterkante nur ein kleiner Zahn.

Wo alle diese Merkmale typisch entwickelt sind, ist, wie gesagt, die Entscheidung nicht schwer. Jedoch die Färbung allein bietet beispielsweise gar keinen festen Anhalt, da es ebensowol ungeringelte und schwach gefärbte »barbadensis«, wie geringelte und bunt gefärbte »palmatus« giebt. Ebenso unsicher ist die Entscheidung nach der Stellung der Mittelaugen. Häufig genug findet man ferner den fünften Trochanterdorn auch bei palmatus-Exemplaren ziemlich kräftig entwickelt, während er bei barbadensis-Exemplaren fast unterdrückt sein kann. Die Ausbildung der Unterarm- und Handdornen braucht bei der Hauptform nicht stärker zu sein, als bei barbadensis, und die Stirnspina, die noch immer als das beste Criterium zu gelten hat, kann ebenfalls bei N. palmatus fast völlig das Gepräge einer barbadensis-Spina annehmen. Unter diesen Umständen, und da ich thatsächlich auch jetzt noch bei einigen Individuen in Zweifel bin, welcher der beiden Formen ich sie zurechnen soll, zumal sich dieselben in ihrer geographischen Verbreitung keineswegs ausschliessen, scheint es mir richtiger, die Pocock'sche Tar. barbadensis lediglich als Varietät des Neophrynus palmatus anzusprechen.

Die *geographische Verbreitung* des Neophrynus palmatus erstreckt sich von den grossen und kleinen Antillen (Hayti, Portorico, St. Thomas, Anguilla, St. Barthelemy, St. Christoph, Antigua, Montserrat, Martinique, S. Lucia, St. Vincent, Grenada, Trinidad) nach Venezuela und von hier einerseits nach Columbien, andererseits über Guyana nach Brasilien bis jenseits des San Francisco. Die Var. barbadensis findet sich vornehmlich in Venezuela, geht westlich nach Columbien bis Panama und östlich zu den südlicheren der kleinen Antillen (Barbados, St. Joseph). — Im Ganzen haben mir über 80 Exemplare von etwa 30 Fundorten vorgelegen.

4. **Neophrynus marginemaculatus** (C. L. Koch).

1841. Phrynus marginemaculatus C. L. Koch (Arachnid. VIII, p. 6, Fig. 597).

1851—59. Phrynus Pallasii Blanch.; (L'organisation du Règne anim. Arachnid. p. 170, Tfl. 10 u. 11).

1893. Tarantula latifrons Poc. (Jour. Linn. Soc. Zool. XXIV, p. 537).

Das Originalexemplar von Koch hat mir zwar nicht vorgelegen, doch dürfte aus Beschreibung und Zeichnung zur Genüge hervorgehen, dafs ich mich in der Bestimmung nicht irre. Auch Karsch und Hansen haben die ihnen zur Verfügung stehenden Exemplare der Museen zu Berlin und Kopenhagen in diesem Sinne gedeutet.

Ebensowenig scheint es mir zweifelhaft, dafs Blanchard bei der Beschreibung seines Phrynus Pallasii diese Art, und nicht, wie Pocock meint, den N. palmatus, vor sich gehabt hat. Selbst wenn wir die Pocock'sche Tabelle unserer Untersuchung zu Grunde legen, mufs uns die sehr genaue Blanchard'sche Zeichnung, bei welcher sich das Verhältnis der Augenweite zur Thoraxlänge wie 1 : 1,43 stellt, mit Notwendigkeit zu derjenigen Gruppe Pococks führen, bei welcher die Augenweite »greater than half the median length of the carapace« ist, also jedenfalls nicht zu der Pocock'schen T. Pallasii, bei der diese Augenweite »about half the median length of the carapace« ausmacht. Noch überzeugender indess für unsere Ansicht ist die *Zeichnung der Dornen* an der *Handoberkante* bei Blanchard (Tfl. 10 bis Fig. 8). Man erkennt hier ohne Weiteres, dass von einer selbständigen Entwickelung des proximalen Nebendorns der Handoberkante gar keine Rede ist, das Blanchard'sche Exemplar also nicht mit dem N. palmatus (= Pallasii oder reniformis Poc.), sondern mit dem Neophrynus marginemaculatus resp. der Tar. latifrons Poc. identifiziert werden muss.

In Bezug auf die Beschreibung des N. marginemaculatus kann ich mich kurz fassen, da die wichtigsten Unterschiede desselben von N. palmatus bereits in der Bestimmungstabelle hervorgehoben wurden.

Die *Färbung* des Cephalothorax ist einfarbig rotbraun bis dunkel braunrot, meis mit zwei deutlichen hellen Flecken jederseits an den Rändern oder mit hellerem Randsaum. Das Abdomen ist gelbrot, lederbraun bis tief braunrot, meist mit hellerer Fleckenzeichnung medianwärts von den schwärzlichen Grübchen der Segmente oder mit hufeisenförmigen Flecken um jene Grübchen. Ein heller Mittelstreif tritt meist deutlich hervor. Die Palpen sind braunrot, die Beine in der Regel einfarbig. Nur selten wurde eine schwächere Fleckenzeichnung oder gar eine ausgeprägte Ringelung an ihnen beobachtet.

Das Verhältnis der *Thorax*länge zur Thoraxbreite schwankt zwischen 1 : 1,31 bis 1 : 1,94, das der Augenweite zur Thoraxlänge zwischen 1 : 1,25 bis 1 : 2,5, umfasst also in lückenloser, an 35 Exemplaren gewonnener Zahlenreihe sowol Formen, bei denen die Augenweite grösser als die halbe Thoraxlänge, wie auch solche, bei denen sie erheblich kleiner, woraus sich die Unbrauchbarkeit dieses von Pocock zur Unterscheidung von Artgruppen benutzten Merkmals ergiebt. Die Stirnspina ist nicht vorstehend. Die Entfernung der Mittelaugen vom Stirnrande ist verhältnismässig gross und meist grösser als der Längsmesser des Augenhügels. Die Fläche des Cephalothorax ist dicht chagriniert mit zerstreuten gröberen Körnchen, ähnlich die des Abdomens, dessen gröbere Körnchen namentlich am Hinterrande der Segmente deutlich gereiht sind.

Die *Palpen* sind kurz; ihr Femur erreicht wol kaum jemals die Länge des Cephalothorax. Am Trochanter sind stets nur 4 Dornen entwickelt, von denen 3 am Rande des Femurgelenks stehen. Der erste, im spitzen Winkel des Gelenks stehende, ist meist recht winzig und kleiner als der mittlere (zweite) Randdorn (Fig. 29). Die Dornenzahl des Femur entspricht derjenigen der vorigen Art. Der Grunddorn der Oberkante ist meist klein und wird zum grössten Theile von dem ihm nächststehenden verdeckt (Fig. 26). Die Vorderfläche des Femur und ebenso der Tibia ist stets dicht feinkörnig chagriniert,

selten daneben noch mit einzelnen gröberen Körnchen. Aehnlich zeigt auch die Aussenfläche zwischen den zerstreuten gröberen Körnchen wol ausnahmslos eine gleichmässige Chagrinierung, woran die Art oft ohne Weiteres von der vorhergehenden zu unterscheiden ist. Die Dornen der Tibienoberkante entsprechen im Allgemeinen denen von N. palmatus, doch kann man wol von einer schwächeren Ausbildung der Enddornen sprechen, da sehr häufig nur zwei derselben entwickelt sind, indem der distalste ganz fehlt oder nur als äusserst winziges Höckerchen auftritt. Nach dem Fehlen oder Vorhandensein dieses Höckerchens glaubte Pocock (55) eine T. Keyserlingii von seiner T. latifrons unterscheiden zu können, doch hat er beide später (56, p. 278) wieder vereinigt. Das Verhältnis des längsten Tibiendorns zur Unterarmdicke schwankt zwischen 1 : 1,07 bis 1 : 1,53. Die Dornen der Tibienunterkante entsprechen denen der vorigen Art. An der Hand scheint die geringe Entwickelung des proximalen Nebendorns der Oberkante, der nur ein winziges Höckerchen darstellt (Fig. 16), fast durchaus constant und charakteristisch zu sein. Nur in einem Falle wurde eine etwas stärkere Dornentwickelung beobachtet. Der distale Nebendorn ist verhältnismässig stark und am Grunde gezähnt. Vor ihm trägt die Kante selbst noch einige weitere Zähnchen. Die Nebendornen der Unterkante sind meist erheblich schwächer entwickelt, als bei N. palmatus; sie unterscheiden sich oft an Grösse nur wenig von den sonstigen, der Unterkante aufsitzenden kleinen Zähnchen.

Eine auffallende Verlängerung der *Beine* bei zunehmendem Alter wurde nicht beobachtet, doch erscheint es fraglich, ob Exemplare bis zu 12 mm Thoraxbreite, wie sie mir nur vorliegen, schon als völlig ausgewachsen zu gelten haben.

Die *geographische Verbreitung* des N. marginemaculatus fällt zum grossen Theile mit derjenigen der vorigen Art zusammen. Von den grossen Antillen (Cuba, Hayti) erstreckt sie sich über die kleinen Antillen (Antigua, Martinique, Trinidad) bis nach Guyana (Surinam). Einzelne Gläser waren mit »Montevideo«, »Gaboon«, »Neu-Britannien« etikettiert, was vielleicht auf häufige Verschleppung hindeutet. — Im Ganzen haben mir von dieser in den Sammlungen nicht seltenen Art gegen 40 Exemplare von etwa 20 verschiedenen Fundpunkten vorgelegen.

3. Gatt. **Heterophrynus** Poc.

Die Pallas'sche Angabe »articulus basilaris (brachiorum) stylo clavato, apice griseo retrorsum productus« (10, p. 34) macht es unzweifelhaft, dass sein »Phalangium reniforme« dieser Gattung angehört. Auch das Koch'sche Originalexemplar für Phrynus reniformis gehört hierher, nebst dem Phryn. pumilio desselben Autors. Gervais beschrieb einen Phrynus cheiracanthus, dessen Original im Britischen Museum von Pocock als ein Heterophrynus erkannt wurde; ebenso verhält es sich mit den beiden Butler'schen Arten Phrynus longicornis und Batesii. Hierzu kommen noch der Phryn. gorgo Wood und Heterophrynus cervinus Poc., so dass im Ganzen etwa 6—7 Arten zu unterscheiden wären.

Pocock, welcher Ph. pumilio Koch und Ph. gorgo Wood als ihm nicht bekannte Typen bei Seite lässt, glaubt 4 Arten — cervinus Poc., cheiracanthus Gerv., longi-

cornis und Batesii Butl. — charakterisieren zu können, und in der That macht die diesbezügliche Unterscheidungstabelle einen recht vertrauenerweckenden Eindruck. Geht man indess an die Prüfung eines reicheren Materials, so stellt sich alsbald heraus, dass kaum ein einziges Exemplar in allen Merkmalen mit den Pocockschen Angaben übereinstimmt, dass vielmehr die von ihm aufgeführten Differenzen regellos auf die verschiedensten Individuen vertheilt sind. Was zunächst den H. cervinus anlangt, so soll er sich durch gekörnte Hände und geringere Dornenzahl an Tibia und Femur der Palpen von den drei übrigen auszeichnen. Ich habe Exemplare vor mir mit völlig glatter Hand, die aber in Bezug auf die Dornen von Tibia und Femur als H. cervinus anzusprechen wären. Pocock sagt in Betreff der *Dornen*, dass H. cervinus auf dem Femur $\frac{5}{4}$, auf der Tibia $\frac{6}{5}$ Dornen trage, während bei den übrigen diese Zahlen zu $\frac{6}{5}$, resp. $\frac{7}{6}$ sich erhöhen. Um die Stichhaltigkeit dieser Unterscheidung vor Augen zu führen, gebe ich im Folgenden eine Tabelle der an 14 Exemplaren vorgenommenen Untersuchungen, wobei ich ganz winzige Dornansätze mit $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ bezeichne, abweichende Zahlen an den beiden Palpen desselben Exemplars aber durch Hinzufügung der Abweichung in Klammern kenntlich machte.

	Fem. Oberkante	Fem. Unterkante	Tibia Oberkante	Tibia Unterkante
1)	4	5	6	5
2)	4	5 $\frac{3}{4}$	6 (6$\frac{1}{2}$)	5
3)	5	4	6	4
4)	5	5	5$\frac{1}{2}$	5$\frac{1}{4}$
5)	5	5	6	5
6)	5	5	6	6
7)	5$\frac{1}{2}$	4$\frac{1}{4}$	6	5
8)	5	5	7 (6$\frac{1}{2}$)	6
9)	5	5	7	6
10)*	5	5	7	6
11)**	5	5	7	6
12)	5$\frac{1}{2}$ (6)	5	7	6
13)	6	5	7	6 (5)
14)	6	5	7	6

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Dornenzahl meiner Exemplare nur in einem Falle (6, 5; 7, 6) völlig mit den Angaben Pococks stimmte, eine Thatsache, die mich ja vielleicht zur Aufstellung einer Reihe neuer Arten veranlassen könnte, die mir aber doch viel eher dafür zu sprechen scheint, dass eben mit der stärkeren Entwickelung irgend eines Höckerchens zu einem erkennbaren Dörnchen oder mit dem Zurücktreten eines solchen in Betreff der Artunterscheidung herzlich wenig zu machen ist.

Dasselbe gilt in vielleicht noch höherem Grade von dem *relativen Längenverhältnis* einzelner dieser *Dornen,* welche Pocock dann des Weiteren zur Unterscheidung seiner

* Originalexemplar C. L. Kochs zu seinem Ph. reniformis.

** Originalexemplar Kochs zu seinem Phryn. pumilio.

drei von H. cervinus durch grössere Dornenzahl abgetrennten Arten heranzieht. Meine diesbezüglichen Beobachtungen, ob der letzte oder der vorletzte Dorn der Palpen-Tibienunterkante der stärkere sei, ob der zweite vom Grunde den ersten an Länge übertreffe oder ob der Grunddorn an der Oberkante des Femur von dem darauf folgenden überragt werde, haben zwar eine weitgehende Variabilität aller dieser Verhältnisse festgestellt, allein nur in Ausnahmefällen waren diese Charaktere so combiniert, dass sie mit den von Pocock festgelegten »Normalverhältnissen« in Einklang standen, und dass ich bestimmt aussprechen konnte, welche der Pocock'schen »Arten« ich vor mir hätte.

Endlich sind von Pocock noch zwei Artengruppen durch die *verschiedene Länge der Palpen im Verhältnis zum Körper* unterschieden, indem der Palpen-Femur bei H. longicornis nur wenig länger, bei H. chairacanthus und Batesii aber — wenigstens bei alten Männchen — doppelt so lang als die Thoraxbreite angegeben wird. Nach den Beobachtungen, welche ich Pag. 13 und 43 über die excessive Verlängerung der Palpen bei Tarantula und Charon wiedergebe, ist es schon von vornherein wenig wahrscheinlich, dass nun bei der vorliegenden Gattung die Steigerung der Palpenlänge nicht ein Alters- resp. Geschlechtsunterschied, sondern ein Artmerkmal darstellen soll. Meine Messungen lehren denn auch, dass mit zunehmender Grösse die Länge der Palpen ziemlich regelmässig wächst, so dass sich für das Verhältnis von Thoraxbreite zur Femurlänge der Palpen eine aufsteigende fast lückenlose Reihe von 1 : 0,53 (Femur also nur wenig über halbe Thoraxbreite!) bis 1 : 1,93 aufstellen liess. Es ist kaum zu bezweifeln, dass ein reicheres Material nun auch Formen auffinden lassen würde, welche sich als Uebergänge zu den äussersten, von mir bei ganz alten Männchen beobachteten Extremen — Thoraxbreite zu Femur = 1 : 2,37, 1 : 2,42 und 1 : 2,5 — darstellen würden. Jedenfalls wollte es mir nicht gelingen, an diesen, im extremsten Fall mit Schenkeln von 41 mm Länge begabten Exemplaren irgend welche sonstigen Charaktere zu entdecken, welche dieselben specifisch von den übrigen geschieden hätten. So dürfen wir also wol bis auf Weiteres annehmen, dass auch bei der Gattung Heterophrynus, ähnlich wie es bei Tarantula und Charon sich strikte beweisen lässt, im hohen Alter die Palpen über das Mittelmass hinaus wachsen. Damit sind aber die von Pocock ins Feld geführten Unterscheidungsmerkmale seiner vier Arten erschöpft, und da wir keinen Grund haben, den Phryn. gorgo Wood als etwas Eigenartiges zu betrachten, auch der Phrynus pumilio Koch, den ich vor mir habe, lediglich ein Individuum jüngeren Alters desselben Formenkreises darstellt, so komme ich zu dem Schluss, für die Gatt. Heterophrynus zur Zeit nur eine einzige Art anzuerkennen, welcher, bei der Unbrauchbarkeit der Pallas'schen Bezeichnung, der Name H. pumilio (C. L Koch) zuertheilt werden muss.

1. **Heterophrynus pumilio** (C. L. Koch).

1772. Phalangium reniforme Pall. (Spicil. zool. Fasc. IX, p. 34, Tfl. III, Fig. 3—4).
1841 Phrynus reniformis C L. Koch (Arachn. VIII, p. 12, Fig. 600).
1841 „ pumilio C. L. Koch (Arachn. VIII, p. 15, Fig. 602).

1844 Phrynus cheiracanthus Gerv. (Ins. apt. III, p. 3).
1869 „ gorgo Wood (Transact. Am. Phil. Soc. XIII, p. 440).
1873 „ longicornis Butl. (Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XII, p. 123).
1873 „ Batesii Butl. (ibid., p. 120).
1894 Heterophrynus cervinus Poc. (Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XIV, p. 287).

Die *Färbung* variiert, wie gewöhnlich, vom hellen Lehmgelb oder Grüngelb zum dunklen Rotbraun. Die Beine sind ungeringelt.

Auf dem *Cephalothorax* steht der Augenhügel ganz nahe dem Vorderrande; letzterer zeigt nur geringe Spuren winziger Zähnchen, erscheint also fast ganzrandig. Stirnspina nicht vorgestreckt. Fläche des Cephalothorax zerstreut gekörnt, das Abdomen fein chagrinirt. Das Verhältniss der Augenweite zur Thoraxlänge schwankt zwischen 1 : 2,26 und 1 : 4,8 (juv.), die Seitenaugen stehen also unverhältnismässig nahe bei einander.

An den *Palpen* fällt vor Allem die eigenartige Bildung eines rückwärts gerichteten, am Ende grauen Griffelfortsatzes an der Unterseite des Trochanters auf (Fig. 24). Der Palpenfemur trägt auf der inneren Oberkante 4—6 Dornen, von denen der zweite vom Grunde meist der längste ist. Hinter dem Grunddorn selbst nach innen meist noch ein durch ihn verdeckter, fast gleich grosser Dorn. Unterseits stehen fast ausnahmslos 5 Dornen, die in der Regel vom Grunde zur Spitze an Grösse abnehmen. Zuweilen ist indess der zweite Dorn vom Grunde weit kleiner, als der dritte. Von den 6—7 Tibiendornen der Palpen-Oberkante sind in allen Fällen die 2 distalen verhältnismässig kurz; es folgen proximal 3 Dornen von gewaltiger Länge (mehr als doppelt so lang, als die Tibienbreite), während die grundständigen wieder äusserst kurz sind (Fig. 22). Auf der Unterkante pflegt der mittelste Dorn durch Länge sich hervorzuthun; das Stärke- und Längenverhältniss der beiden distalen, wie der proximalen ist ein äusserst wechselndes. Die eigenthümliche bogenförmige »Durchbiegung« der Tibia findet sich nur bei älteren Exemplaren mit längeren Palpen schärfer ausgeprägt.

Die Hand ist durch grosse Schlankheit und durch jederseits zwei lange Dornen, welche beide in der proximalen Hälfte des Handrandes entspringen, sehr gut charakterisiert (Fig. 17). Am distalen Ende finden sich nur an der Unterkante 2 kurze Borsten; von irgend welchen Höcker- oder Dörnchenbildungen zeigen die Handränder sonst in der distalen Hälfte keine Spur. Der Handrücken ist meist glatt, zuweilen aber, namentlich an den Rändern und am Grunde, etwas gekörnt.

Ueber die verschiedene Länge der Palpen ist bereits oben (p. 38) berichtet. Vielleicht kommt eine aussergewöhnliche Verlängerung nur den alten Männchen zu.

Von den *Beinen* besitzt namentlich das erste Paar eine ganz excessive Länge. Der Femur desselben übertrifft die Thoraxbreite in der Regel um das Dreifache und wird selbst wieder um das Dreifache an Länge von seiner Geissel übertroffen. So lieferte ein grosses Exemplar mit 16 mm Thoraxbreite für Femur und Geissel des I. Beinpaares die Zahlen 50 und 150 mm, von welchen letzteren 80 mm auf die Tibia, 70 mm auf die Tarsenglieder entfielen.

Die *geographische Verbreitung* des Heterophrynus pumilio erstreckt sich augenscheinlich über das ganze nördliche Südamerika von Columbien und dem Oberen Amazonas im Westen durch Venezuela, Guyana, das nördliche Brasilien bis Santarem und Para im Osten. Ein Exemplar trägt die Etikette »Centralamerika«.

III. Subfam. Charontinae Sim.

Zu der ursprünglichen Gattung Charon Karsch fügte Thorell (50) das Genus Catagaeus, und Simon (52) stellte die beiden weiteren Genera Charinus und Sarax auf. Die Merkmale, welche Simon für die letztere Gattung angiebt, sind rein quantitativer Natur, insofern es sich um verhältnismässig geringe Differenzen der Stellung der Seitenaugen und der Länge des I. Tarsengliedes zur Summe der vier letzten handelt. Ich habe jedoch in der Abgliederung des Randes des II. Bauchringes bei Sarax einen weiteren Unterschied von Charinus gefunden und glaube demnach, beide sonst ungemein ähnlichen Gattungen aufrecht erhalten zu können. Eine 5. Gattung Stygophrynus wurde für den Charon cavernicola Thor. nötig, der, bei grosser Verwandtschaft zu Charon, durch die Zweigliedrigkeit des Fingers doch zu sehr von letzterer abweicht, als dass er ihr zugeordnet werden könnte.

Die Unterschiede der 5 Gattungen wären etwa folgender Massen in Tabellenform zu bringen.

A) Hand an Ober- und Unterkante nahe dem Grunde mit je einem langen Dorn, (Fig. 31); davor je 2—4 distal wachsende Dörnchen. Unterarm nicht oder nur mässig verbreitert. Auf die längsten Dornen seiner Oberkante folgen distal mindestens noch drei, proximal nur 1—2 kürzere Dornen (Fig. 35, 36). Rand des II. Bauchsegments deutlich abgegliedert (Vgl. Fig. 4). Finger meist ungetheilt, an seiner Oberkante ohne Dörnchen. Grössere Formen.

a) Finger ungegliedert (Fig. 31). Unterarm kaum verbreitert. Seine Oberkante trägt nur zwei gleich lange Dornen (den 4. und 5. vom distalen Ende; Fig. 35, 36). Dorn der Hand-Oberkante ohne oder nur mit sehr kleinem Seitendörnchen am Grunde (Fig. 31). 1. Charon Karsch.

b) Finger durch ein Gelenk zweigliedrig (Fig. 32). Unterarm plattenartig verbreitert. Seine Oberkante trägt drei gleich lange Dornen (den 4. bis 6. vom distalen Ende; Fig. 37). Dorn der Handoberkante am Grunde mit langem, spitzem Seitendorn (Fig. 32). 2. Stygophrynus n. g.

B) Hand an der Oberkante mit zwei starken Dornen (Fig. 33, 34), ohne kleinere Dörnchen; an der Unterkante mit einem Dorn am distalen Ende. Unterarm stets plattenförmig verbreitert. Auf den längsten Dorn seiner Oberkante folgen distal nur 1—2, proximal meist 3—4 Dornen (Fig. 38, 39). Rand des II. Brustsegmentes abgegliedert oder nicht. Finger stets durch Gelenk zweigliedrig, nahe dem Grunde an der Oberkante mit 1—2 winzigen Dörnchen (Fig. 33). Kleine Formen.

a) IV. Beinpaar mit 4 Tibiengliedern (ausser Metatarsus und 5 Tarsen). Von den beiden Dornen der Handoberkante ist der distale der längere (Fig. 33). Oberhalb des längsten Dorns der Arm-Oberkante stehen weniger Dornen (meist nur einer), als unterhalb desselben (Fig. 38).

α) Rand des II. Brustsegmentes abgegliedert in Form zweier schmaler Blättchen. Erstes Tarsenglied 1,3 bis 1,7 mal länger, als die vier letzten zusammengenommen. Cephalothorax in der Nähe der Seitenaugen sehr abschüssig, so dass letztere fast randständig erscheinen. Zu ihnen biegt sich eine Leiste des Randes bogig empor (Fig. 40). Unterkante des Unterarms am distalen Ende meist mit 2 borstentragenden Höckern. 3. **Sarax Sim.**

β) Rand des II. Bauchsegmentes nicht abgegliedert. Erstes Tarsenglied nur so lang, als die vier letzten zusammengenommen. Cephalothorax in der Nähe der Seitenaugen weniger abschüssig, diese daher weniger randständig. Keine Leistenverbindung mit dem Rande (Fig. 41). Unterkante des Unterarms am distalen Ende meist ohne Höcker. 4. Charinus Sim.

b) IV. Beinpaar mit 3 Tibiengliedern (ausser Metatarsus und 5 Tarsen). Von den beiden Dornen der Hand-Oberkante ist der distale der kürzere (Fig. 34). Der längste Dorn der Arm-Oberkante erscheint mittelständig (oberhalb 2 Dornen, unterhalb ebenfalls 2 und ein winziges Dörnchen; Fig. 39). Rand des II. Bauchsegmentes nicht abgegliedert. 5. Catagaeus Thor.

1. Gatt. Charon Karsch.

Als Typus der Gattung Charon wurde von Karsch ein Geisselskorpion gewählt, den van d. Hoeven (25, p. 68) unter dem irrigen Namen Phrynus medius (Herbst) genauer beschrieben hat und der von Karsch für identisch mit dem Phrynus Grayi Gerv. (22,27) gehalten wurde. Trotzdem Butler (41, 43) hiergegen Einspruch erhob und Karsch (42) in Folge davon den Eventualnamen Charon Hoeveni für das in Rede stehende Thier vorschlug, so dürfte doch, in Hinblick auf den Fundort und die Beschreibung Gervais', die Wahrscheinlichkeit, dass letzterer Autor in der That ein Exemplar der van der Hoeven'schen Art vor sich gehabt, eine so grosse sein, dass bis auf Weiteres der Name Charon Grayi (Gerv.) für den Typus der Gattung reserviert bleiben mag. Ausser dieser Art sind dann als hierher gehörig zu betrachten noch die 3 von Thorell beschriebenen Species: Ch. Beccarii, Ch. papuanus und Ch. subterraneus. Die ungemein sorgfältigen Beschreibungen dieses Autors liessen schon von vornherein vermuthen, dass es sich bei diesen Formen lediglich um verschiedene Altersstadien handle, die sich, gleich den Altersstufen von Tarantula, durch ganz auffällige Wandelungen in dem Längenverhältnis der Palpen zum Thorax unterscheiden. Diese Ansicht fand durch die Nachuntersuchung der mir freundlichst vom Museo civico zur Verfügung gestellten Thorell'schen Originale ihre volle Bestätigung, so dass wir nach Ausscheidung des in

eine besondere Gattung verwiesenen Ch. cavernicola Thor. nur eine einzige Art zu besprechen haben.

1. **Charon Grayi** (Gerv.).

1842. Phrynus Grayi Gerv. (Ins. Apt. III. p. 4).

1842. Phrynus medius v. d. Hoev. (nec Herbst) (Tijdschr. v. Natuurl. Geschiedenis IX, p. 68).

1879. Charon Grayi Karsch (Arch. f. Naturg. Bd. 45, p. 196).

1880. Charon Hoeveni Karsch (ibid. Bd. 45, p. 245).

1888. Charon Beccarii Thor. (Ann. Mus. civ. Genova XXVI, p. 343).

1888. Chazon papuanus Thor. (ibid. p. 345).

1888. Charon subterraneus Thor. (ibid. p. 349).

Die *Färbung* des Cephalothorax ist bei alten Individuen dunkel kastanienbraun, meist mit schmalen helleren Randflecken. Jüngere Thiere sind mehr rotbraun, in den Vertiefungen oft dunkler; die helleren Randflecken sind grösser, und schwarze Körnchenlinien treten mehr hervor. Ganz junge Exemplare haben einen scherbengelben Thorax, ebenfalls mit schwarzen Körnchenlinien. Das Abdomen oberseits ist gelbrot, scherbengelb bis lehmgelb. Bei Alten pflegt eine hellere Mittellinie von 2 dunklen Schattenstrichen flankiert zu werden, die etwa in der Mitte jedes Segments sich beidseitig häufig je mit einem dunklen Randfleck in Verbindung setzen. Bei jüngeren Thieren ist die Färbung heller, und die Randflecken sind isoliert oder fehlen. Die Beine sind stets deutlich geringelt. Die Palpen erscheinen im Alter einfarbig dunkel rotbraun, in der Jugend scherbengelb mit schwarzem Ringel auf dem Femur etwas jenseits der Mitte und am Ende. Tibia und Hand sind bei jungen Exemplaren auf dem Rücken dunkel längsberaucht.

Das Verhältnis der Länge des *Cephalothorax* zur Breite schwankt zwischen 1 : 1,37 und 1 : 1,7, und zwar finden sich solche Schwankungen bei allen Altersstufen gleichmässig. Als normal kann man wol die Werthe 1 : 1,45 annehmen. Die Körnelung des Cephalothorax ist fein; die Körnchen sind namentlich an den Seiten und in der hinteren Hälfte zu strahligen Reihen geordnet. Das Abdomen ist ebenfalls feinkörnig, bei Jüngeren fast glatt. Die Stirnspina ist spitz dreieckig und meist schräg vorgestreckt, der vordere Stirnrand oft etwas verdickt. Der Augenhügel steht nahe dem Vorderrande. Der Zwischenraum zwischen den Seitenaugen (»Augenweite«) verhält sich zur Thoraxlänge wie 1 : 1,47 bis 1 : 2,3, wobei zu bemerken, dass erstere Zahl für alte, letztere hingegen für ganz junge Individuen gilt. Die Augenweite wird also mit zunehmendem Alter im Verhältnis zur Thoraxlänge kleiner. Das Verhältnis der Thoraxlänge zur Länge des Metatarsus, welches Thorell zur Unterscheidung seines Ch. papuanus von Ch. Beccarii heranzieht, ist gleichfalls beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Ich finde in Bezug auf diesen Punkt eine Variationsweite von 1 : 1,04 bis 1 : 0,54, ohne dass diese Differenzen auf Altersunterschiede zurückführbar wären. Der extreme Fall, in dem der Cephalothorax fast die doppelte Länge des Metatarsus aufweist (1 : 0,54) entspricht etwa den Befunden Thorells bei seinem Ch. papuanus (1 : 0,7 und 1 : 0,74); das andere

andere Extrem, bei dem beide Gebilde von gleicher Länge sind (1 : 1,04), geht noch über die bei Ch. Beccarii auftretenden Verhältnisse (1 : 0,81 und 1 : 0,92) hinaus.

Das Verhältnis der *Palpen*länge zum Körper oder, um präzisere Masse zu geben, das Verhältnis der Länge des Palpen femur zur Cephalothoraxlänge wächst mit zunehmendem Alter ganz ungemein. Besonders instruktiv in dieser Hinsicht war eine Collection von 13 Exemplaren desselben Fundortes aus dem Dresdener Museum, bei welcher das kleinste Individuum ein Verhältnis der Thoraxlänge zum Palpenfemur wie 1 : 1,24, das grösste ein solches von 1 : 2,77 aufwies. Als äusserste Extreme aller mir vorliegenden Exemplare kann ich die Zahlen 1 : 0,94 (ganz junges Individuum) und 1 : 3,9 anführen, d. h. also Unterschiede, welche ohne Weiteres die für Ch. Beccarii (1 : 2,62 und 1 : 3,54), papuanus (1 : 1,44 und 1 : 1,75) und subterraneus (1 : 0,83 und 1 : 0,9) geltenden Masse in sich vereinigen. Dabei verdient es hervorgehoben zu werden, dass ganz ähnlich, wie dies von Hansen (53, p. 163) für Tarantula geschildert worden, bei jüngeren Individuen die noch wenig gestreckten Abschnitte der Palpen so ziemlich auf ihrer ganzen Länge mit Dornen besetzt sind (Fig. 35), dass aber bei weiterem Wachsthum diese Dornen auf dem Femur mehr nach dem Grunde, auf der Tibia mehr nach dem Ende hin sich concentrieren (Fig. 36), oder, richtiger ausgedrückt, dass die nachträgliche Streckung beim Femur hauptsächlich am distalen, bei der Tibia vornehmlich am proximalen Ende sich vollzieht, der dornentragende Theil demnach in beiden Fällen nur geringen Antheil an dieser Streckung nimmt. Aus diesem Grunde ist die Angabe Thorells, dass bei Ch. Beccarii und papuanus die Tibia »gegen das Ende hin«, bei Ch. subterraneus hingegen »auf ⅘ der Länge« mit 4—5 Dornen besetzt sei, einfach aus dem verschiedenen Alter beider Formen zu erklären. Die Zahl der Dornen an den Palpenabschnitten ist bei alten und jungen Individuen ziemlich gleich, doch sind namentlich bei jungen einzelne spitze Dörnchen oft noch wol entwickelt, die später nur als kleine Höcker erscheinen oder ganz verschwinden; auch ist bei ihnen die Differenz in der Länge der grossen Tibiendornen der Oberkante noch viel weniger ausgeprägt (vgl. Ch. subterraneus Thor.), als im reiferen Alter, wo die zwei resp. drei endständigen Dornen der Tibienoberkante relativ kürzer erscheinen. An der Femuroberkante finde ich 5—6, an der Unterkante meist 5 Dornen. Für die Oberkante der Tibia kann man wol 5 Dornen als das Normale ansehen, von denen der endständige zweizackig und in der Jugend meist aus zweien besteht. Der zweitletzte ist namentlich im Alter erheblich kürzer als der drittletzte, doch auch dieser wird noch an Länge von dem viertletzten übertroffen. Proximal von dem später recht kurzen fünftletzten Dorn finden sich meist noch 1—3 kleine Höckerchen, ebenso in den Buchten zwischen den langen Dornen. Die Unterkante der Tibia trägt ebenfalls gewöhnlich 5 Dornen von annähernd gleicher Ausbildung.

Für die *Hand* ist je ein sehr langer, gespreizter Dorn etwas unter der Mitte der Ober- und Unterkante sehr charakteristisch (Fig. 31); der der Oberkante zeigt bei jüngeren Individuen am Grunde aussen oft ein kleines Nebendörnchen. Am distalen Ende der Hand sind Ober- und Unterkante ebenfalls mit je einem Dörnchen besetzt, von denen dasjenige der Unterkante meist länger und schlanker ist. Zwischen diesen Enddörnchen und

dem Grunddorn auf jeder Kante 1 oder 2 kleinere Zähnchen. Der Finger ist ungegliedert und ohne irgend welche Bedornung am Grunde der Oberkante.

Der Metatarsus des IV. *Beinpaares* ist deutlich länger, als die 5 Tarsenglieder zusammen. Das 1. Tarsenglied besitzt fast die Länge der vier letzten zusammengenommen, ist aber nur etwa $\frac{1}{3}$ so lang, als der Metatarsus.

Als Haupt*heimat* des Charon Grayi sind die Philippinen mit den umliegenden Eilanden (Babuyanes-Inseln, Palaos-Inseln) anzusehen. Von hier erstreckt sich seine Verbreitung südöstlich über den Bismarck-Archipel und Neu Guinea (auch Ch. papuanus Thor. stammt von dort) nach den Salomons-Inseln, südlich und südwestlich über Amboina (Ch. Beccarii, subterraneus) nach Java. Wahrscheinlich wird er auch auf andern Sunda-Inseln gefunden werden.

Als Grundlage meiner Untersuchung dienten 51 Exemplare aller Altersstufen, die 22 verschiedenen Fundorten entstammten.

2. Gatt. Stygophrynus n. g.

Der Grund, welcher mich bestimmt, den Charon cavernicola Thor. zum Typus einer eigenen Gattung zu erheben, liegt, wie schon bemerkt, in der deutlichen Zweigliedrigkeit des Fingers. Auch die abweichende Bedornung der Unterarm-Oberkante und die an die folgenden Gattungen erinnernde Verbreiterung des Unterarms (vgl. Bestimmungstabelle) dürften wol gleicherweise als generisch aufzufassen sein.

1. Stygophrynus cavernicola (Thor.)

1889. Charon cavernicola Thor. (Ann. Mus. civ. Genova (2) VII, p. 538).

Da mir nur die beiden Originalexemplare Thorells vorliegen, so verweise ich der Hauptsache nach auf dessen eingehende Beschreibung.

Die helle *Färbung* weist wol sicher auf kurz zuvor überstandene Häutung hin.

Der Vorderrand des *Cephalothorax* ist bei dem einen Exemplar gerundet, bei dem andern etwas geschweift-gestutzt, mit weit vorgezogener Stirnspina. Das Verhältnis der Thoraxlänge zur -breite ist 1 : 1,31 und 1 : 1,46, das der Augenweite zur Thoraxlänge 1 : 2,1 und 1 : 1,85.

Der grundständige Trochanterdorn der *Palpen* ist so lang als die Dicke des Gliedes; der Femur trägt oberseits 6—7 Dornen mit je einem Körnchen dazwischen, unterseits ebenfalls 6—7 Dornen, von denen der 2. vom Grunde der längste. Sehr auffallend sind die drei gleich langen Dornen der Oberkante des Unterarms (Fig. 37). Die Unterkante ist mit etwa 7 Dornen und 3—4 dazwischen gestellten Dörnchen besetzt. Der Grunddorn der Hand-Oberkante erscheint fast gabelspaltig, da sein Nebendörnchen sehr lang und spitz ist (Fig. 32).

Das Verhältnis des Metatarsus der Beine zu der Summe der 5 Tarsen ist gleich 1 : 0,71 (3,5 : 2,5 mm), das des I. Tarsus zur Summe der 4 letzten gleich 1 : 1,2 (1,2 : 1,4 mm), das des I. Tarsus zum Metatarsus gleich 1 : 3 (1,2 : 3,5 mm).

Der *Fundort* des Stygophrynus cavernicola ist Moulmein in Birma, wo ihn L. Fea entdeckte.

3. Gatt. Sarax (Sim.)

Die von Simon als Typus seiner Gattung gewählte Art ist S. brachydactylus, doch fügt er hinzu, dass auch der Charon saravakensis Thor. hierher gehöre. Endlich stellte mir Herr Simon noch ein drittes Exemplar, als »Sarax doreyanus E. Sim. in litt.« bezeichnet, zur Verfügung, das demselben Formenkreise angehört.

Bei der Geringfügigkeit dieses Materials ist es ungemein schwierig, ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob es sich in der That um drei verschiedene Arten oder lediglich um individuelle Variation einer und derselben Species handelt. Von dem Charon saravakensis ist zunächst hervorzuheben, dass die 2 Dörnchen an der Oberkante des Fingers nicht fehlen, wie Thorell angiebt, sondern thatsächlich vorhanden sind. Auch finden sich am Grunde der Oberkante des Palpenfemur nicht ein, sondern zwei borstentragende Höckerchen, so dass in Bezug auf diese beiden Punkte zwischen S. brachydactylus und saravakensis völlige Uebereinstimmung herrscht. Auch Thorax und Stellung der Seitenaugen, wie die Bedornung der Hand lassen Unterschiede kaum hervortreten. Die Tibienoberkante der Palpen trägt bei S. brachydactylus allerdings 7, bei S. saravakensis nur 5 Dornen, doch handelt es sich bei letzterem einfach um die Unterdrückung des untersten und obersten Dörnchens, was sehr gut individueller Natur sein kann, da im Uebrigen die Anordnung und Länge der Dornen bei beiden Formen sich genau entspricht. Ebenso wenig lässt sich aus den Massen des Metatarsus und der Tarsenglieder ein festes Urtheil gewinnen. Ich setze sie zur Vergleichung hierher:

	Metat.: Summe der 5 Tarsen	1. Tars.: Metat.	1. Tars.: Summe der 4 letzten
S. brachydactylus	2,6 : 2,7 mm (= 1 : 1,04)	1,7 : 2,6 mm (= 1 : 1,53)	1,7 : 1 mm (= 1 : 0,59)
S. saravakensis	2,2 : 1,9 mm (= 1 : 0,86)	1,1 : 2,2 mm (= 1 : 2)	1,15 : 0,8 mm (= 1 : 0,7)

Gewiss sind also bei diesen Massen Differenzen erkennbar, aber sie sind nicht viel erheblicher, als wie ich sie an einem etwas reicheren Material bei verschiedenen Exemplaren des Charinus australianus beobachten konnte; ausserdem aber stehen die Masse des dritten, mir vorliegenden Individuums, das »Sarax doreyanus Sim. in litt.« vermittelnd zwischen den obigen Extremen, indem hier beispielsweise das Verhältnis des Metatarsus zur Summe der 5 Tarsen = 2,1 : 2,1 mm (oder 1 : 1), das des 1. Tarsus zum Metatarsus = 1,2 : 2,1 mm (oder 1 : 1,75) gefunden wurde. Schliesslich ist nicht ausser Acht zu lassen, dass diese Differenzen von Zehntel Millimetern trotz aller Sorgfalt der Messung, bei einfacher Lupenvergrösserung vorgenommen, gewiss nicht frei von Fehlern sind. Da nun weitere Unterschiede, als die bisher erwähnten, von mir nicht aufgefunden werden konnten, auch der »S. doreyanus« höchstens durch etwas stärkere Behaarung der Handoberfläche, sowie durch das Auftreten nur eines kleinen Dörnchen an der oberen Fingerkante sich auszeichnet, so glaube ich bis auf Weiteres nur eine Art der Gattung annehmen zu sollen.

1. Sarax saravakensis (Thor.)

1888 Charon saravakensis Th. (Ann. Mus. civ. Genova (2) VI, p. 354).
1892 Sarax brachydactylus Sim. (Ann. Soc. Ent. France, Bd. 61. p. 43).
Sarax doreyanus Sim in litt.

Den Beschreibungen von Thorell und Simon habe ich nach dem oben Gesagten kaum etwas hinzuzufügen. Nur darauf dürfte vielleicht noch hinzuweisen sein, dass die Angabe Simons in seiner Bestimmungstabelle (52, p. 47), der I. Tarsus sei »kaum kürzer als der Metatarsus« doch etwas zu viel behauptet, da derselbe, wenigstens an dem mir von Simon selbst freundlichst überwiesenen Exemplar, nur etwa $^{2}/_{3}$ der Metatarsuslänge (1,7 : 2,6 = 1 : 1,53) beträgt.

Der S. saravakensis Thor. stammt von Saravak auf Borneo, der S. brachydactylus Sim. von den Philippinen und der »S. doreyanus« Sim. von Neu-Guinea. Handelt es sich also, wie ich vermuthe, nur um eine einzige Species, so hätten wir für dieselbe einen ganz ähnlichen Verbreitungsbezirk, wie für Charon Grayi.

4. **Gatt. Charinus** Sim.

Als Typus der Gattung hat der von L. Koch beschriebene Phrynus australianus zu gelten. Daneben ist mir von Herrn E. Simon noch eine zweite Form übersandt, die als »Ch. neocaledonicus E. Sim. in litt.« bezeichnet war, und die einige Abweichungen zeigt. Da mir aber auch hier die Artberechtigung nicht ausser Zweifel ist, so begnüge ich mich, die Besonderheiten dieser Form in einem Anhange kurz hervorzuheben.

1. **Charinus australianus** (L. Koch).

1867 Phrynus australianus L. Koch (Verh. Zool. Bot. Ges. Wien XVII, p. 231).

1892 Charinus australianus Sim. (Ann. Soc. Ent. France. Bd. 61, p. 48).

Die *Färbung* des Cephalothorax dieser wenig über 1 cm langen Art ist rotbraun, oft etwas schwarz gefleckt, namentlich in den Vertiefungen. Auf dem gelbroten bis braunroten Abdomen heben sich die schwarzen Grübchen scharf hervor; bei dunkleren Exemplaren sind sie etwas heller umsäumt. Die Palpen sind rotbraun, die Beine ziemlich einfarbig gelbrot; nur an den Tibien der Hinterbeine erscheinen zuweilen die Gelenkstellen auffallend hell.

Am Vorderrande des *Cephalothorax* sitzt eine Reihe gelber Borsten wie bei den verwandten Gattungen. Die Seitenaugen sind etwa um das Doppelte ihres Durchmessers vom Seitenrande entfernt; letzterer tritt nicht durch eine leistenförmige Abzweigung mit den Augen in Verbindung (Fig. 41). Das Verhältnis der Länge zur Breite des Thorax schwankt zwischen 1 : 1,08 (juv.) und 1 : 1,45, das der Augenweite zur Thoraxlänge zwischen 1 : 1,64 und 1 : 2,71 (juv). Die Stirnspina ist verborgen.

An den *Palpen* ist der starke Grunddorn der Unterseite des Trochanter mit starren Borsten besetzt. Der Femur ist, wie die Palpen überhaupt, verhältnismässig kurz und stets kürzer als die Thoraxlänge (1:2 (juv) bis 1:1,25). Er trägt am Grunde oberseits zwei borstenbesetzte Höcker, auf welche in der Regel 4 an Grösse nach dem Ende zu abnehmende Dornen folgen. Auch die Unterkante besitzt 4 Dornen, deren erster kleiner und etwas nach rückwärts gerichtet ist. An der Tibien-Oberkante sind 5—6 Dornen vorhanden, welche vom Grunde bis zum zweitletzten an Länge zunehmen (Fig. 38). Unterseits treten 3—4 kürzere Dornen auf, von denen aber keiner an Grösse dominiert, wie bei Catagaeus. Die Hand mit ihren zwei Dornen an der Oberkante und ihrem Enddorn an der Unterkante (Fig. 33)

ist schon in der Bestimmungstabelle geschildert worden. Die 2 Dörnchen an der Oberkante des 1. Fingergliedes wie bei Sarax.

Der Metatarsus der *Beine* besitzt ziemlich die Länge der 5 Tarsen zusammengenommen (1 : 1 bis 1 : 1,09) und ist $1^{3}/_{4}$ bis doppelt so lang, als das 1. Tarsenglied allein (I. Tarsus zu Metatarsus = 1 : 1,77 bis 1 : 2): Der erste Tarsus hatte in allen Fällen genau die gleiche Länge, wie die Summe der vier letzten Tarsenglieder (Gegensatz zu Sarax).

Die *Heimath* des Ch. australianus sind die Fidschi- und die Samoa-Inseln. Nur 4 Exemplare haben mir zur Untersuchung vorgelegen.

Der »Charinus neocaledonicus E. Sim. in litt.« unterscheidet sich von der obigen Beschreibung zunächst durch die ausgeprägtere Fleckenzeichnung des Abdomens und die deutlich geringelten Beine. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass diese Ringelung bei sämmtlichen Phrynidenarten äusserst variabel ist. Sodann ist die Form des Cephalothorax vorn etwas mehr gerundet, und die Seitenaugen sind wol um das Dreifache ihres Durchmessers vom Seitenrande entfernt. Die Masse des Körpers und seiner Theile stimmen durchaus mit den bei Ch. australianus gefundenen überein. So ist das Verhältnis der Thoraxlänge zur -breite = 1 : 1,43, der Augenweite zur Thoraxlänge = 1 : 1,6. Das Verhältnis des Metatarsus zur Summe der 5 Tarsen ergiebt die Zahlen 1 : 1,2, des I. Tarsus zum Metatarsus 1 : 1,77, des I. Tarsus zur Summe der 4 letzten 1 : 1, wie bei Ch. australianus. Nach allem diesem, und da Unterschiede in der Bedornung von Tibien und Hand nicht vorhanden sind, glaube ich das in Rede stehende Exemplar um so eher dem Formenkreise des Ch. australianus zureihen zu sollen, als auch der Fundort »Neu-Caledonien« sich sehr gut den bisherigen Fundpunkten für jene Art anschliesst. Immerhin erscheinen weitere Untersuchungen zur Entscheidung dieser Fragen notwendig.

5. Gatt. **Catagaeus** Thor.

Die Gattung, von der nur die eine Art C. pusillus Thor. beschrieben wurde, zeigt in der Form der Palpen, deren Tibien ebenfalls stark verbreitert sind, unverkennbare Beziehungen zu den beiden vorhergehenden, besitzt aber eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche ihr eine mehr gesonderte Stellung anweisen (siehe Bestimmungstabelle). Der Rand des 2. Bauchringes ist nicht abgegliedert, entspricht also den Verhältnissen bei Charinus, die Seitenaugen hingegen erscheinen, von oben gesehen, randständig, wie bei Sarax. Eigenthümlich ist die Dreitheilung der Tibien des letzten Beinpaares, die Mittelstellung des längsten Dornes an der Oberkante der Palpentibia (Fig. 39) und das Längenverhältnis der beiden Dornen der Hand-Oberkante (Fig. 34). Die Finger-Oberkante trägt 2 Dörnchen, wie bei den vorigen Gattungen.

1. **Catagaeus pusillus** Thor.

1889 Catagaeus pusillus Thor. (Ann. Mus. civ. Genova XXVII, p. 531).

Da mir lediglich die Originalexemplare Thorell's vorgelegen, so kann ich nur auf die mustergültige Beschreibung dieses Autors verweisen.

Der Fundort ist Mulmein in Birma.

Litteratur.

(Die mit einem Stern versehenen Arbeiten waren mir nicht zugänglich.)

*1) 1688. Blankaart, Steph.: Schouburg der Rupsen, Wormsen, Maden en Vliegende Dierkens. Amsterdam. Bl. 131—32, Tfl. XVII, Fig. B. — Erste Abbildung eines Neophrynus aus Surinam.

*2) 1702. Petiver, J.: Pterigraphia americana, Tfl. XX, Fig. 12 — Abbild. eines Neophrynus (»Cancellus barbadensis aranoides«).

*3) 1736. Albin, Eleazar: Natural History of Spiders, illustr. with 53 copperplates, 4°; p. 55, Pl. 36, No. 178. — Abbild. eines Neophrynus.

*4) 1756. Brown, Patrik: Civil and nat. History of Jamaica. London (2. Ausgabe 1789), p. 419—20, Tfl. 41, Fig. 3. — Neophrynus sp. von Jamaica.

5) 1758. Linné, C. v.: Systema naturae, Ed. X, p. 619. — Kurze Notiz über »Phalangium reniforme«.

6) 1764. Linné, C. v.: Museum Ludovicae Ulricae, p. 427. — Ausführl. Beschreibung von Phalangium reniforme (= Tarantula reniformis).

7) 1764. Gronovius, L. Th.: Zoophylacium Fasc. II, p. 216. — Beschreibt Tarantula sp. als »Phalangium palpis longissimis, crassis, apice unguiculatis, pedum paria antico filiformi longissimo, thorace depresso, reniforme« von Ceylon.

*8) 1765. Seba, A.: Locupletissimi rerum natur. thesauri descriptio Tom. IV. p. 100 bis 101, Tfl. 99, Fig. 13. — Beschreibung eines »Phalangium indicum etiam orientale« (= Tarantula reniformis L.).

*9) 1769. Houttuyn, M.: Natuurlijke Historie volgens het samenstel van Linnaeus. I. Theil. 13. Stück. Tfl. I, Fig. 1, Amsterdam. — Beschreibt Neophrynus sp. von Surinam.

10) 1772. Pallas, P. S.: Spicilegia zoologica Fasc. IX, p. 33—37, Tfl. III, Fig. 3 bis 6, Berlin. — Beschreibt Tarantula reniformis (L.) als Phalangium lunatum (von »Amerika«) und Heterophrynus pumilio (C. L. Koch) als »Phalangium reniforme«.

11) 1788—93. Linné, C. v.: Systema naturae. Ed. XIII, Tom. I, Pars V, pag. 2945. — Phalangium reniforme L. und Pall. und Phal. lunatum Pall.

12) 1793. Fabricius, J. C.: Entomologia systematica II, p. 432—33. — Führt Gattungsnamen »Tarantula« ein, mit den 3 Arten: T. reniformis (L. errore; das Original ist Neophrynus palmatus), T. lunata Pall. (= Tar. reniformis L.) und T. caudata (= Telyphonus sp.).

13) 1797. Herbst, J. F. W.: Natursystem der ungeflügelten Insecten. Heft I, p. 65 bis 86, Tfl. III—V. — Kehrt zum Gattungsnamen Phalangium zurück. Unterscheidet 4 Arten: Ph. reniforme Pall. (= Heterophrynus pumilio Koch?), Ph. lunatum Pall. (= Tarantula reniformis L.), Ph. palmatum (= Neophrynus palmatus) und Ph. medium (= Titanodamon medius).

*14) 1801, Lamarck, J. J.: Systema animalium, p. 175. — Führt Gattungsnamen »Phrynus« ein (teste Pocock).

*15) 1802. Latreille, P. A.: Histoire naturelle des Crustac. et des Ins., Tom III, p. 48. — Begründet Gattungsnamen Phrynus durch Olliviers Autorität (errore). Unterscheidung der 4 Herbst'schen Arten.

*16) 1804. Hermann, J. Fr.: Mémoire apterologique, p. 96. — Schlägt Gattungsnamen »Rhax« für die Phryniden und Galeoden vor.

*17) 1805. Pallisot de Beauvois: Ins. recueillis en Afr. et en Amér.; Paris, fol. — Abbild. v. »Phrynus reniformis« (Neophrynus sp.) von Hayti.

18) 1806. Latreille, P. A.: Genera Crustaceorum et Insectorum I, p. 128—129, Paris. — Stellt fest, dass Pallas, und mit ihm Fabricius und Herbst sich in der Identifizierung des Phal. reniforme L. geirrt haben und erklärt, dass letzteres zu Ph. lunatum Pall. gehöre. Sein »Phal. reniforme« ist gleich dem von Fabricius (»Jamaica, Hayti«).

19) 1818. Latreille, P. A: Crustacés, Arachnides et Insectes in Tabl. encyclop. et méthod. des trois règnes de la Nature. Tfl. 343 und 344. Paris 4°. — Abbild. der 4 Herbst'schen Arten.

*20) 1823. Duméril, A. M. C.: Considérations génér. sur la Classe des Insectes, p. 236, Tfl. 56, Fig. 2. — Abb. v. »Phalangium reniforme« (= Neophrynus sp.).

21) 1834. Perty, M.: Delectus animalium artic., quae in itinere per Brasiliam anno 1817—20 coll. Spix et Martius. Monachii 1830—34, 4°, p. 200, Tfl. 39, Fig. 10. — Beschreibung von Phrynus variegatus (= Damon varieg.) vom Amazonenstrom.

*22) 1842. Gervais, P.: Sur le genre Phrynus et Solpuga in Soc. Philom. Extr. verb., p. 19—22. — Idem in l'Institut, X, No. 427, p. 76. — Beschreibung neuer Arten der Gatt. Phrynus.

23) 1841—1848. Koch, C. L.: Die Arachniden, Bd. VIII, X und XV. — Beschreibung von 10 Arten Phrynus, darunter 5 neue.

24) 1842. van der Hoeven: Bijdragen tot de Kennis van het Geslacht Phrynus Oliv. in Tijdschrift vor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie, IX, p. 68—93, Tfl. I und II. — Beschreibt Charon Grayi Gerv. irrthümlich als Phryn. medius (Herbst). Historisches.

*25) 1843. van der Hoeven: Jets over Phrynus variegatus, ibid. X, p. 94.

*26) 1834—44. Ramon de la Sagra: Historia fis., pol. y natur. de la isla de Cuba. — Beschreibung von »Phrynus palmatus« Herbst (teste Pocock).

27) 1844. Walkenaar und Gervais: Insectes Aptères, Tom. III, p, 1—6, Tom IV, p. 564—66. — Aufzählung und Beschreibung aller bekannten Arten. Neu: Phrynus scaber Gerv. (= Tarantula reniformis L.).

28) 1850. Koch, C. L.: Uebersicht des Arachnidensystems, Heft V, p. 78—81. — Die Ordnung der »Phalangia« zerfällt in die 3 Gattungen Phrynus, Damon und Admetus.

29) 1852—64. Blanchard, E.: L'Organisation du règne animal II. Livr. Arachnid., p. 168—201, Tfl. X und XI bis. — Anatomisch. Historisches. Glaubt Phal. reniforme Pall. vor sich zu haben, das er deshalb Phryn. Pallasii nennt (ist aber Neophrynus marginemaculatus C. L. Koch).

30) 1858. Lucas, H.: Arachnides du Gabon in Thompsons Arch. Entom II, p. 434. — Beschreibung von »Phrynus bassamensis« (= Titanodamon medius Herbst).

*31) 1863. Wood, H. C.: On the Phalangia and Pedipalpi collect. by Prof. Orton in Western South America, with descript. of new African species (1 Tfl.) in Trans. Am. Phil. Soc. XIII, p. 441, Tfl. 24. — Phrynus annulatipes Wood (= Damon variegatus Perty), Ph. gorgo Wood (= Heterophrynus pumilio C. L. Koch).

*32) 1863. Wood, H. C.: Descript. of New Species of North Amer. Pedipalpi in Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia, 1864, p. 107–112. — Phryn. asperatipes Wood (= Neophrynus Whitei Gerv.?).

33) 1863. Wood, H. C.: On the Pedipalpi of North Amer. in Journ. Acad. Nat. Sc. Philad. (2) V, p. 375—376. — Phrynus asperatipes.

34) 1867. Koch, L.: Beschreibung neuer Arachniden und Myriopoden in Verhandl. Zool. Bot. Ges., Wien, XVII, p. 231—232. — Phryn. australianus Koch (= Charinus australianus).

35) 1867. Bilimek, D.: Fauna der Grotte Cacahuamilpa in Mexico. Ibid. p. 905—906. — Phryn. mexicanus Bil. (= Neophryn. fuscimanus C. L. Koch).

36) 1873. Gerstaecker, A. C.: C. v. d. Deckens Reisen in Ostafrika. Bd. III, 2. Abt. Gliedertiere, p. 472. — Phryn. bacillifer Gerst. (= Tarantula bacillifera).

37) 1873. Butler, A. G.: A monographic Revision of the genus Phrynus in Ann. Mag. Nat. Hist. (4) XII, p. 117—125. — Zählt 25 Arten auf, darunter 4 n. sp.

38) 1876. Simon, E.: Étude sur les Arachnides du Congo in Bull. Soc. Zool. France I. p. 12—15. — Phryn. tibialis Sim. (= Titanodamon medius).

39) 1877. Simon, E.: Arachnides des îles Philippines in Ann. Soc. Ent. France (5), VII, p. 53—96. Pedip. p. 92. — Erwähnung von Phrynus Grayi Gerv.

40) 1879. Karsch, F.: Ueber eine neue Einteilung der Tarantuliden in Troschels Arch. f. Naturgesch., Bd. 45, p. 189—197. — Die Familie zerfällt nach der verschiedenen Tibienzahl des IV. Beinpaares in die Gattungen Phrynichus, Damon, Tarantula und Charon.

41) 1879. Butler, A. G.: Respecting a new distinction between the Species of the genus Phrynus of Authors in Ann. Mag. Nat. Hist. (5) IV, p. 313—316. — Polemik gegen Karsch.

42) 1880. Karsch, F.: Zur Kenntnis der Tarantuliden in Troschels Arch. f. Nat., Bd. 46, p. 244—249. — Polemik gegen Butler.

43) 1881. Butler, A. G.: On Dr. Karsch' Subdivision on the Phrynidia in Ann. Mag. Nat. Hist. (5) VIII, p. 69—70. — Polemik gegen Karsch.

44) 1884. Rochebrune, A. T.: Diagnoses d'Arthropodes nouv. de la Sénéegambie (I. Suppl.) in Bull. Soc. Philom. (7) VIII, p. 28. — Phryn. savatieri Rochebr. (= Titanodamon medius).

*45) 1886. Bruce, A. T.: Observations on the nervous System of Insects and Spiders and some Preliminary Observations on Phrynus in John Hopkins Univ. Circulars VI, No. 54, p. 47.

46) 1886. Simon, E.: Arachn. recueill. dans la Patagonie merid. etc. in Bull. Soc. Zool. France, XI, p. 575—576. — Damon australis Sim. (= Damon variegatus juv.).

47) 1887. Simon, E.: Arachn. recueill. à Obok etc. in Bull. Soc. Zool. France, XII, p. 452—455. — Phryniscus deflersi Sim. (= Tarant. reniformis L.).

48) 1888. Thorell, T.: Pedipalpi e scorpioni Malesi in Ann. Mus. civico Genova (2), VI, p. 327—428. Pedip. p. 340—358. — Charon beccarii, papuanus, subterraneus Thor. (= Charon Grayi Altersstufen) u. Ch. saravakensis Thor. (= Sarax saravakensis).

*49) 1888. Marx: Notes on Phrynus Oliv. in Proc. Ent. Soc. Washington, I, p. 46—47.

50) 1889. Thorell, T.: Arachn. Arthrogastri Birmani in Ann, Mus. civ. Genova (2), VII, p. 521—729. Pedip. p. 529—542. — Catagaeus n. g., Phrynus Goësii Thor (= Neophryn. palmatus) und Charon cavernicola Thor. (= Stygophrynus cavernicola).

51) 1890. Simon, E.: Arachnides de l'Afrique orientale équator. in Ann. Soc. Ent. France (6), X, p. 125—136. Pedip. p. 129. — Phryniscus telekii Sim. (= Tarantula bacillifera ♂).

52) 1892. Simon, E.: Arachnides des îles Philippines avec un appendice: Remarques sur la classif. des Pedipalpes in Ann. Soc. Ent. France, LXI, p. 35—52. Pedip. p. 43—52. — Sarax n. g.; Einteilung der Fam. der Tarantuliden in 3 Subfam. der Charontinae, Phrynichinae und Tarantulinae.

53) 1893. Hansen, H. J.: Organs and Characters in different Orders of Arachnids in Entom. Meddelelser 1893, p. 137—251, Tfl. II—V. Pedip. p. 149—164. — Classification, Gattungs- und Artcharaktere, Variation der Arten.

54) 1893. Pocock, R. J.: Contributions to our knowledge of the Athrop. Fauna of the West-Indies, Part I. in Journ. Linn. Soc. Zool. XXIV, p. 374—408. Pedip. p. 404—407. — Alle westindischen Pedipalpen gehören zur Species Tarantula reniformis (L.) Poc. (= Neophrynus palmatus).

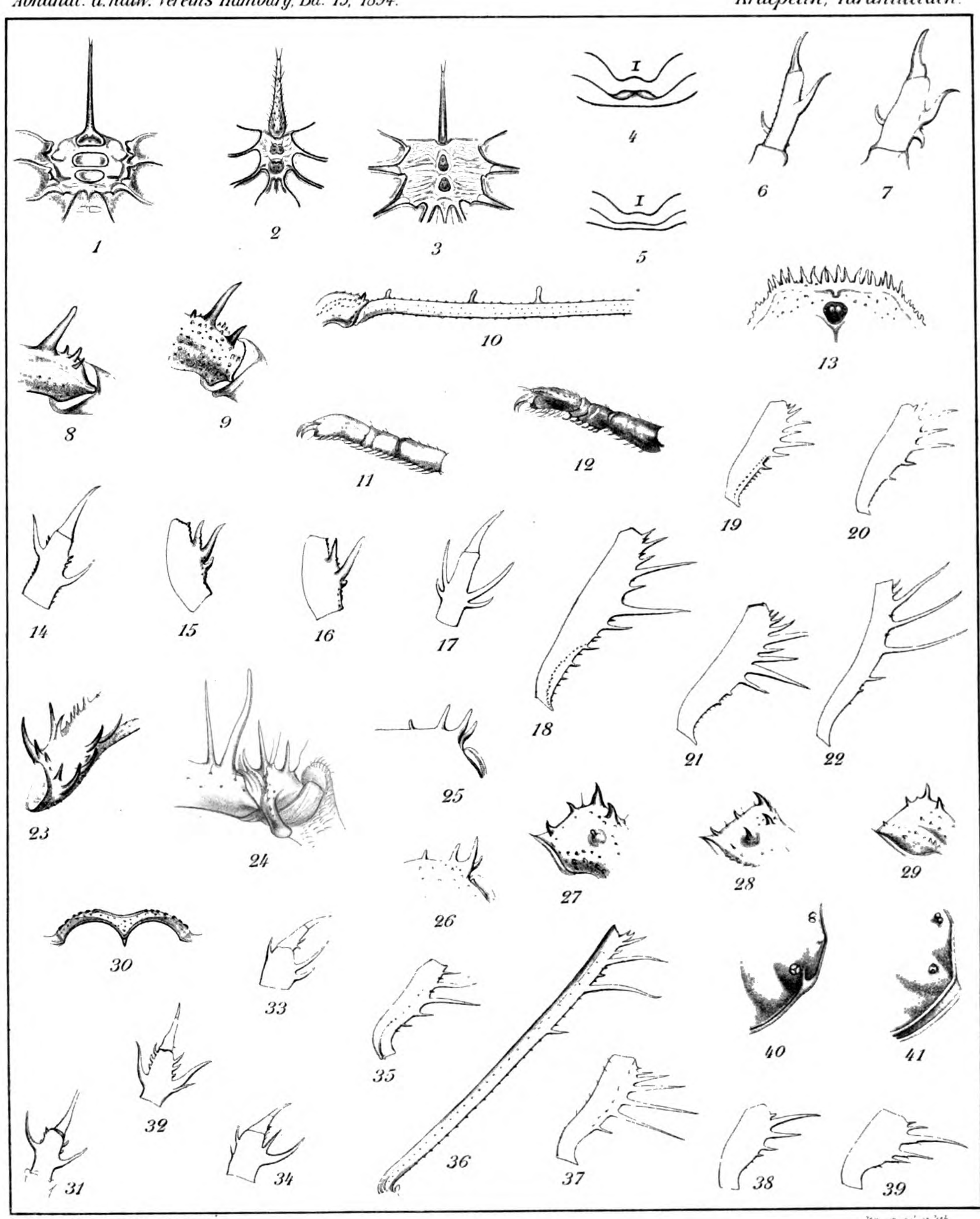
55) 1893. Pocock, R. J.: Idem, Part III. ibidem XXIV, p. 473—544. Pedip. p. 527 bis 544. — Heterophrynus n. g., 7 neue Species der Gatt. Tarantula (= Neophrynus) von Westindien.

56) 1894. Pocock, R. J.: Notes on the Pedipalpi of the Family Tarantulidae contained in the Collection of the British Mus. in Ann. Mag. Nat. Hist. (6), XIV, p. 273—298. — Bestimmungstabellen für die Gattungen und Arten der »Tarantulinae« und »Phrynichinae«. 3 neue Genera, 14 neue Species.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Sternum von Tarantula reniformis (L.).
„ 2. „ „ Charon Grayi (Gerv.).
„ 3. „ „ Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 4. 2tes Bauchsegment von Titanodamon mit abgegliedertem Randsaum.
„ 5. „ „ „ Damon ohne abgegliederten Randsaum.
„ 6. Linke Hand von Tarantula reniformis (L.).
„ 7. „ „ „ Titanodamon medius (Herbst).
„ 8. Unterseite des Femurgrundes der Palpen von Titanodamon medius (Herbst).
„ 9. „ „ „ „ „ „ Damon variegatus (Perty).
„ 10. Femur von Tarantula bacillifera (Gerst.).
„ 11. Tarsen von Phrynopsis coronatus (Butl.).
„ 12. „ „ Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 13. Stirnrand von Phrynopsis coronatus (Butl.).
„ 14. Linke Hand von Phrynopsis coronatus (Butl.).
„ 15. „ „ „ Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 16. „ „ „ „ marginemaculatus (C. L. Koch).
„ 17. „ „ „ Heterophrynus pumilio (C. L. Koch).
„ 18. Palpentibia von Phrynopsis coronatus (Butl.)
„ 19. „ „ Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 20. „ „ „ Whitei (Gerv.).
„ 21. „ „ „ fuscimanus (C. L. Koch).
„ 22. „ „ Hetrophrynus pumilio (C. L. Koch).
„ 23. Femurgrund der Palpen von Phrynopsis coronatus (Butl.).
„ 24. Trochanterfortsatz der Palpen von Heterophrynus pumilio (C. L. Koch).
„ 25. Grunddornen des Palpenfemur von Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 26. „ „ „ „ „ marginemaculatus (C. L. Koch)
„ 27. Trochanter der linken Palpe von Neophrynus palmatus (Herbst).
„ 28. „ „ „ „ „ „ „ α. barbadensis Poc.
„ 29. „ „ „ „ „ „ marginemaculatus (C. L. Koch).
„ 30. Stirnspina von Neophrynus palmatus α. barbadensis Poc.
„ 31. Linke Hand von Charon Grayi (Gerv.).
„ 32. „ „ „ Stygophrynus cavernicola (Thor.).
„ 33. „ „ „ Charinus australianus (L. Koch).
„ 34. „ „ „ Catagaeus pusillus Thor.

Fig. 35. Palpentibia von Charon Grayi (Gerv.) juv.
„ 36. „ „ „ „ „ adult.
„ 37. „ „ **Stygophrynus cavernicola** (Thor).
„ 38. „ „ **Charinus australianus** (L. Koch).
„ 39. „ „ **Catagaeus pusillus Thor.**
„ 40. Rechte Seitenaugen von **Sarax saravakensis** (Thor.).
„ 41. „ „ „ Charinus australianus (L. Koch).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41

Beitrag zur Kenntnis

der

Arachniden-Fauna

von

Madeira und den Canarischen Inseln.

Von

W. Bösenberg—Pforzheim (Baden).

Beitrag zur Kenntnis der Arachniden-Fauna von Madeira und den Canarischen Inseln.

Von

W. Bösenberg-Pforzheim (Baden).

Von den Herren Professoren Gebr. K. & E. Kraepelin wurden gelegentlich einer Excursion nach Madeira und den Canarischen Inseln im April dieses Jahres eine Anzahl Arachniden gesammelt und mir zur Bearbeitung übergeben, die einen ausserordentlich wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Fauna jener Gegenden liefern.

So gern ich die mir übertragene Arbeit übernommen habe, musste ich doch, wegen Mangels irgend welchen Vergleichsmaterials und der oft ungenügenden Litteratur, die Hülfe eines bewährten Fachmannes in Anspruch nehmen, und diese Hülfe ist mir von meinem hochverehrten Freunde Prof. W. Kulczyński in Krakau im reichsten Masse zu Teil geworden.

Genannter Herr hat die ganze Sammlung ebenfalls aufs Sorgfältigste durchgearbeitet und bestimmt, wofür ich ihm hier auch öffentlich nochmals meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Auf Grund unserer gemeinschaftlichen Untersuchung lasse ich im Nachstehenden die Anführung der bereits bekannten und die Beschreibung der neuen Arten der von den Herren Kraepelin gesammelten Arachniden folgen.

1. **Argiope trifasciata Forsk.** — Fig. 5 a—c.

Ich habe geglaubt, eine Abbildung dieses jedenfalls selten gefundenen ♂ geben zu sollen, namentlich von den Geschlechtsteilen desselben, da mir eine solche bisher nicht zu Gesicht gekommen ist. Unter einer grossen Menge dieser Tiere befand sich nur ein einziges männliches, nach welchem die Abbildung gemacht ist.

Madeira (Funchal); La Palma.

2. **Cyrtophora citricola Forsk.** — Teneriffa (Orotava, Guimar).
3. **Epeira Redii Scop.** — Madeira (Funchal).
4. **Epeira crucifera Luc.** — Madeira (Funchal); Teneriffa (Orotava, Guimar); La Palma.

5. **Epeira acalypha Walck.** — Madeira (Funchal); Teneriffa (Orotava, Guimar).

6. **Epeira cucurbitina Clerck.** — Teneriffa (Orotava).

7. **Zilla x-notata Clerck.** — Teneriffa (Orotava).

8. **Tetragnatha sp.**

Ein ♀, welches T. extensa ähnlich, aber sicher davon verschieden und wahrscheinlich neu ist; da jedoch das ♂ fehlt, kann ein sicheres Urteil nicht abgegeben werden.

Madeira (Funchal).

9. **Uloborus pallens Black.** — Madeira (Funchal).

10. **Argyrodes argyrodes Walck.** — Teneriffa (Guimar).

11. **Theridium aulicum C. Koch.** — Teneriffa (Orotava).

12. **Lithyphantes nobilis Thor.** — Teneriffa (Orotava).

13. **Enoplognatha Sattlerii*) nov. sp.** — Fig. 7a, b, c.

♀: Länge des ganzen Tieres 5 mm, des Vorderleibes 2 mm. Der Vorderleib ist braungelb, der Rand desselben dunkel umsäumt. Von den hinteren Mittelaugen ziehen sich 2 feine Linien bis zur Rückengrube, die Muskellinien sind nur schwach angedeutet.

Das Brustschild ist hellbraun, dunkel umsäumt und fast so breit, als lang,

Mandibeln, Maxillen und Lippe sind dunkelbraun. Die Grundfarbe des Hinterleibes ist grauweiss. (Die Zeichnung bei dem einzigen vorliegenden Tiere leider abgerieben). Der Bauch (Fig. 7b) ist ebenfalls grauweiss; von oben, schräg nach der Mitte zu, ziehen sich unregelmässige schwarze Linien, die in der Mitte des Bauches, unterhalb der Spalte, ein helles Feld freilassen. In diesem Felde befinden sich dicht unter der Spalte mitten ein brauner Keilfleck und daneben an jeder Seite zwei unregelmässige, leuchtend weisse Flecken. Die Epigyne besteht aus 2 runden Öffnungen in bräunlichem Felde (Fig. 7c). Die Spinnwarzen sind hellbraun mit gelben Spitzen, die Umgebung derselben ist schwarz gefleckt.

Die Füsse und Taster sind blassgelb, schwach dunkel geringelt.

Obgleich von dieser Spinne kein ganz vollständiges Bild gegeben werden kann, weil die Zeichnung des Hinterleibsrückens fehlt, so ist doch eine neue Spezies anzunehmen, da sie von E. mandibularis nach Lucas Beschreibung vielfach abweicht.

Madeira (Funchal).

14. **Teutana grossa C. Koch.** — Teneriffa (Orotava, Guimar).

15. **Caelotes Aemilii**) nov. sp.** — Fig. 6a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 13 mm, des Vorderleibes 5 mm. Der Vorderleib ist blassgelb mit schwärzlichem Anfluge, bis auf den scharf abgesetzten Kopf, der bräunlich ist und über welchen, von den hinteren Mittelaugen anfangend, dicht neben einander zwei feine dunkle Längslinien laufen. Das Brustschild ist braun, nach der Mitte

*) Zu Ehren des Herrn Dr. Sattler, Consuls des Deutschen Reiches, in Funchal.

**) Zu Ehren des Herrn Professor Dr. Emil Kraepelin in Heidelberg.

hin heller werdend, und mit breiter blassgelber Einfassung umgeben. Die Mandibeln sind kastanienbraun, die Klauen von der Einlenkung bis zur Mitte schwarzbraun, von der Mitte bis zur Spitze hellbraun. Hinterleib oben und unten schmutzig gelb, mit feiner und spärlicher schwarzer Behaarung. Die sehr kleine, hufeisenförmige Epigyne (Fig. 6b) ist braun. Spinnwarzen am Grunde von der Farbe des Hinterleibes, nach oben zu braun; das obere Paar mehr als doppelt so lang, als das untere und dieses wieder länger und namentlich auch stärker, als das mittlere Paar. Die ziemlich langen Füsse sind graugelb, die Taster gelb, mit braunen Tarsen.

Die Bestachelung der Schenkel ist folgende:

I.	Paar	oben	1. 1.	vorn	1.	hinten	1.
II.	»	»	1. 1.	»	1. 1. 1.	»	1.
III.	»	»	1. 1.	»	1. 1.	»	1. 1.
IV.	»	»	1.	»	1.	»	1.

Die Bestachelung scheint jedoch nicht beständig zu sein, denn an dem vorliegenden Tiere trägt der Schenkel des 2. rechten Fusses vorn 3 schwache Stacheln, und hinten 1 stärkeren, am linken Fusse jedoch vorn nur 1 und hinten keinen Stachel.

Ein ♀ von Madeira (Funchal).

16. **Callilepis convexa E. Sim.** — Teneriffa (Orotava).

17. **Callilepis Moebii nov. sp.** — Fig. 8a, b, c, d, e.

♀: Länge des ganzen Tieres 7 mm, des Vorderleibes 3 mm, das ♂ ist nur wenig kleiner. Von diesen, in vielen Exemplaren vorliegenden, interessanten Tieren sind 5 ♀ und 1 ♂ wohlerhalten und vollständig entwickelt. In der Färbung bezw. Zeichnung scheinen diese Tiere sehr veränderlich zu sein. Der Vorderleib ist beim ♀ oben braun mit tiefschwarzem Saume, ebenfalls schwarz sind zwei Linien, die den Kopf umgeben, und die an diese sich anschliessenden beiden Bogenlinien, welche von den hinteren Seitenaugen ausgehen, sowie auch die Muskellinien.

Das Brustschild ist hellbraun, fast so breit als lang, mit feinem dunklen Saume. Die Mandibeln sind schwarzbraun, Maxillen und Lippe hellbraun, wie das Brustschild.

Der Hinterleib ist am Rücken schwarzgrau mit weisslichen Flecken und zwar 4 Längsreihen grösserer und dazwischen 2 Reihen kleinerer; letztere jedoch oft undeutlich. In der Mitte des Rückens stehen 2 runde und oberhalb der Spinnwarzen 2 keilförmige schwarze Flecken.

Der Bauch ist an den Seiten ebenfalls schwarzgrau mit hellgrauen Flecken, in der Mitte jedoch hellgrau. Von der Spalte ab ziehen sich zwei dunkle bräunliche Linien durch das hellgraue Feld bis kurz vor die Spinnwarzen, welch letztere von 2 Paaren schwarzen Linien umgeben sind.

Die Epigyne, in bräunlichem Felde, besteht aus zwei feinen hakenförmig gebogenen dunklen Chitinleisten, die unten zusammenstossen (Fig. 8b). Die Seiten neben der Epigyne sind gelb.

Das untere Paar der Spinnwarzen ist braun, wie das Brustschild, cylindrisch und bedeutend stärker und länger, als das obere und dieses, ebenfalls cylindrisch, wieder

stärker und länger, als das mittlere Paar. An dem Ende der unteren Spinnwarzen befinden sich je 4 freistehende Ausführungsröhren von schwarzgrauer Färbung.

Die mässig langen Füsse sind schmutzig gelb mit schwärzlichem Anfluge.

Das vorliegende ♂ ist am Vorderleib genau so gezeichnet, wie das ♀, nur ist die Grundfarbe etwas heller. Die Zeichnung und Färbung des Hinterleibes weicht jedoch wesentlich von der des ♀ ab. Die Grundfarbe des Hinterleibrückens ist bräunlich grau, die ebenfalls vorhandenen Fleckenreihen gelb und diejenigen unter der Leibesmitte durch schwarzgraue Bogenlinien verbunden. Die Färbung und Zeichnung des ♂ scheint eine seltener vorkommende Abweichung zu sein, denn von den 5 entwickelten ♀ ähnelt nur eines dem eben beschriebenen Männchen, alle andern sind genau wie beschriebenes ♀. Im Übrigen ist die Zeichnung des ♂ der des ♀ gleich, auch die Spinnwarzen und deren Umgebung sind genau wie beim ♀. Die ♂ Taster sind gelblich. Am Ende des 4. Gliedes befindet sich ein auswärts stehender dunkelbrauner Chitin-Fortsatz (Fig. 8c × d ×).

Von C. convexa E. Sim. unterscheidet sich diese Art ganz besonders durch ihre viel geringere Grösse. Das grösste Tier von C. Moebii ist kaum 7 mm, wogegen das mir vorliegende, noch nicht ganz entwickelte ♀ von C. convexa schon 10 mm misst. Die rauhbehaarten Füsse von C. convexa sind fast doppelt so stark, als die von C. Moebii. Bei letzterer hat ferner Metatarsus I und II zwei lange Stacheln nebeneinander, etwas unterhalb der Mitte, während bei C. convexa (nach Simon) Metatarsus I und II unbewehrt sein sollen. Bei dem vorliegenden 1. Tiere von C. convexa hat Metatarsus I einen ganz kurzen schwachen Stachel etwas unterhalb der Mitte, Metatarsus II jedoch an dem einen Fusse 2. 1. 1., am anderen 2. 2. 1. starke kurze Stacheln.

Nach Vorstehendem scheint die Bestachelung sehr veränderlich zu sein.

Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Arten liegt in der Färbung. C. convexa ist am Vorderleib von blassbrauner, am Hinterleib oben und unten von schmutzig gelber Grundfarbe; ferner fehlen dieser Art die weissen Fleckenreihen des Rückens, dagegen findet sich, von der Mitte nach unten zu, eine Reihe dunkler Bogenlinien, die teilweise unterbrochen sind. Die Spinnwarzen sind verhältnismässig viel kürzer als bei C. Moebii und von blassgelber Farbe. Die Füsse sind blassbraun, ohne jeden dunklen Anflug.

Teneriffa (Orotava, Guimar).

18. **Tegenaria incert. spec.,** jung. — Teneriffa (Guimar).

19. **Drassus lapidicola Walck.** — Madeira (Funchal).

20. **Prosthesima oceanica E. Sim.** — Teneriffa (Orotava).

21. **Echemus canariensis E. Sim.***) — Fig. 10 a, b, c, d, e.

♂: Dieses bisher unbekannte, wenigstens nicht beschriebene, ♂ hat eine ganze Länge von 6 mm, der Vorderleib 3 mm. Letzterer ist bräunlich gelb, fein schwarz umsäumt; Rückengrube fein und kurz. Die Zeichnung besteht aus zarten schwärzlichen Linien, die von den Augen ausgehen und sich an der Rückengrube vereinigen. Die

*) E. Simon in Annales de la Société Entomol. de France XXI. 1882.

Muskellinien sind nur schwach angedeutet. Am Hinterrande stehen einige lange schwarze Borsten. Die Augen (Fig. 10 d) stehen dicht bei einander in zwei, nach vorn gebogenen Reihen. Nur die hinteren Mittelaugen sind oval, nicht, wie E. Simon schreibt, die vorderen Seitenaugen, auch sind letztere entschieden grösser als die vorderen Mittelaugen. Das Brustschild ist eiförmig, bräunlich gelb, wie der Brustrücken, dunkel umsäumt und der Rand mit starken schwarzen abstehenden Haaren bedeckt. Mandibeln, Maxillen und Lippe sind ebenfalls bräunlich gelb.

Der Hinterleib ist schwarzgrau mit feinen Längsritzen, die eine gelbliche Farbe durchscheinen lassen.

Der Vorderrand ist mit langen schwarzen, rückwärts gebogenen Borsten besetzt.

Der Bauch ist über der Spalte gelblichbraun, unter derselben jedoch gelblichgrau. Von den braungelben Spinnwarzen ist das untere Paar cylindrisch und fast dreimal so lang als das obere Paar, welches konisch ist. Die langen kräftigen Füsse sind von derselben Farbe, wie der Vorderleib. Die Bestachelung scheint sehr veränderlich zu sein. So giebt Simon an vom ♀ Tibia I und II und Metatarsus I unbewaffnet; bei den mir vorliegenden entwickelten ♀ ist jedoch Metatarsus I genau so bestachelt, wie derselbe von II, also unten an der Basis 1 Paar Stacheln; am ♂ fehlen aber diese an Metatarsus I während sie an II vorhanden sind. Nach Simon soll an Metatarsus II ebenfalls 1 Stachel in der Mitte nach innen stehen; an den mir vorliegenden ♂ und ♀ stehen alle drei Stacheln an der Unterseite, also an der Basis ein Paar und darüber ein einzelner. Der ♂ Taster trägt am Ende des 4. Gliedes einen dunklen Chitinfortsatz, der an der Aussenseite befindlich, schwach gekrümmt und nach oben gerichtet an dem Kolbendeckel liegt (Fig. 10 b).

Die mir vorliegenden ♀, die sicher zu dieser Art gehören, gleichen in Grösse und Zeichnung genau dem ♂, nur sind Vorderleib, Füsse und untere Spinnwarzen blassgelb statt braungelb beim ♂. Von der Epigyne giebt Simon's Abbildung eine ungenaue Vorstellung, und lasse ich deshalb dieselbe in Fig. 9 e mitfolgen.

Teneriffa (Guimar).

22. **Zoropsis rufipes Luc.** — Teneriffa (Orotava).
23. **Loxosceles rufescens Duf.** — Teneriffa (Orotava).
24. **Segestria florentina Rossi.** — Madeira (Funchal).
25. **Dysdera crocota C. Koch.** — Teneriffa (Orotava).
26. **Dysdera cribellata E. Sim.** — Teneriffa (Guimar).
27. **Dysdera inc. spec.** ♀. — Teneriffa (Guimar).
28. **Diaea globosa Fabr.** — Teneriffa (Guimar).
29. **Xysticus insulanus Th.** — Madeira (Funchal).
30. **Xysticus squalidus E. Sim.** — La Palma.
31. **Xysticus asper Luc.** — Teneriffa (Orotava).
32. **Thomisus onustus Walck.** — Teneriffa (Guimar).
33. **Thanatus vulgaris E. Sim.** — Teneriffa (Orotava).
34. **Ocyale mirabilis Clerck.** — La Palma.

35. **Lycosa proxima C. Koch.** — Madeira (Funchal); Teneriffa (Orotava).

36. **Tarentula Kulczyński n. sp.** — Fig. 2 a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 7½ mm, des Vorderleibes 3 mm. Vorderleib ist braun mit schwarzem Saume. Über die Mitte zieht sich ein breites im oberen Teile geschweiftes, hellbraunes Feld, und etwas über dem Rande an jeder Seite ein brauner Streifen, der mehr oder weniger deutlich ist. Der Kopf ist kaum halb so breit, als die Brust.

Das kleine fast runde Brustschild ist dunkelbraun mit breitem gelben Keilfleck, die Mandibeln sind rotbraun, Maxillen und Lippe gelbbraun.

Hinterleib am Rücken blassgelbgrau mit schwärzlichgrauen Seiten und ebensolcher Rückenzeichnung, die aus 4—5 breiten Winkelbinden besteht; diese lassen an den Seiten die Grundfarbe deutlich durchscheinen. Am Anfange des Hinterleibes steht an jeder Seite ein Büschel tiefschwarzer Haare. Die Rückenzeichnung ist jedoch manchmal ganz verschwommen, namentlich bei sehr dunkel gefärbten Tieren.

Der Bauch ist von gleicher Grundfarbe wie der Rücken, nur vor den Spinnwarzen befindet sich eine dunkle Partie. Von den Spinnwarzen ist das obere Paar gelb, das untere braun und etwas länger, als das obere. Die Epigyne ist hellbraun, von birnförmiger Gestalt, in hellgrauem Felde. Die sehr kräftigen Füsse sind schmutziggelb und graubraun geringelt, an den Schenkeln am deutlichsten. Bei den Tastern ist das 2. Glied braun und gelb geringelt, das ganze 3. Glied schön hellgelb, das 4. und 5. Glied braun.

Teneriffa (Orotava).

37. **Tarentula brunnea nov. sp.** — Fig. 3 a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 13 mm, des Vorderleibes 6 mm. Der Vorderleib ist braun, ohne dunklen Saum; über die Mitte zieht sich ein spatelförmiges, gelbbraunes Feld und zwei schmälere graugelbe Streifen längs den Seiten hin. Das Brustschild ist braun mit breitem weissgelben Saume, die starken Mandibeln sind dunkelrotbraun, Maxillen und Lippe dunkelbraun.

Der Hinterleib ist oben und unten braun, mit vielen schwarzen Fleckchen übersäet und mit schwarzen Haaren besetzt. Ausser einem hellen Keilflecken vom Anfang bis zur Mitte des Rückens und zwei schwarzen, kurzen und dreieckigen Flecken beiderseits vorn am Rücken, ist eine eigentliche Zeichnung nicht erkennbar. Die kleine Epigyne ist hellrot, von langen schwarzen Haaren dicht umgeben. Die Spinnwarzen sind bräunlich gelb. An den kräftigen, nur mässig langen Füssen sind Schenkel und Knie bräunlich gelb, dunkel geringelt, Schienen und Tarsen braun, erstere ebenfalls aber meist undeutlich geringelt. Teneriffa (Orotava).

38. **Tarentula gracilis nov. sp.** — Fig. 4 a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 9 mm, des Vorderleibes 4 mm. Der Vorderleib ist braun, mit ganz feinem schwarzen Saume, sonst ist die Zeichnung ganz wie bei Tarentula Kulczyński; jedoch der ganze Vorderleib schlanker und der Kopf mehr als halb so breit, als der Brustrücken.

Das fast runde Brustschild ist dunkel graubraun ohne Keilflecken. Mandibeln dunkelrotbraun. Maxillen und Lippe hellbraun, nach der Basis zu dunkler werdend.

Der Hinterleib ist im Grunde trüb gelbbraun. Am Vorderrande stehen zwei aus schwarzen Haaren gebildete Keilflecke. Eine Rückenzeichnung aus dunklen Winkelbinden bestehend, ist kaum erkennbar, sonst ist der Rücken mit schwarzen Punkten übersäet und mit schwarzen und grauen Haaren dicht bedeckt. Der Bauch, von derselben Grundfarbe wie der Rücken, ist nur an den Seiten schwarz gefleckt. Die schlanken Spinnwarzen sind von gleicher Länge und graubraun. Die grosse Epigyne ist hellrot in graubräunlichem Felde. Die Füsse sind schmutzig gelb, dunkel breit geringelt, so dass an Knie, Schiene und Vortarse oft die dunkle Farbe vorherrscht; Tarsen sind einfarbig braun. Bei den Tastern ist das 2. Glied gelblich, breit dunkel geringelt, das 3. einfarbig hellbraun, das 4. braun, dunkler geringelt und das 5. einfach braun.

La Palma.

39. **Trochosa aquila nov. sp.** — Fig. 1 a, b

♀: Länge des ganzen Tieres 15 mm, des Vorderleibes $6^1/_2$ mm. Der Vorderleib ist dunkelbraun, ein breiter Mittel- und zwei schmale Seitenstreifen gelb. Das Brustschild ist braun, breit gelb umsäumt. Die sehr starken Mandibeln schwarz, Maxillen hellbraun, Lippe dunkelbraun. Der Hinterleib oben braungrau, mit dichter schwarzer Behaarung, ist an den Seiten dunkler, als in der Mitte, deren unterer Teil von dunklen Querbinden durchzogen ist. Die dunkelbraune Epigyne ähnelt denen von Tr. ruricola de Geer. und Lycosa simplex L. Koch*). Die braunen Spinnwarzen sind sehr kurz. Die kräftigen Füsse und die Taster sind hellbraun. Von dieser, der Trochosa ferox. Luc. nahestehenden Art liegt nur ein ♀ Tier vor.

Teneriffa (Orotava).

40. **Oxyopes Kraepelinorum nov. sp.** — Fig. 9a, b, c, d.

♀: Länge des ganzen Tieres 6 mm, des Vorderleibes $2^1/_4$ mm. Der Vorderleib ist braungelb. Von den hinteren Mittelaugen ziehen sich zwei blassbraune Striche über den ganzen Rücken, in deren Mitte sich eine dunkle Zeichnung befindet, welche die Gestalt der Feder an einem Pfeile hat. (Fig. 9a).

Ausser diesen 2 Mittelstrichen zieht sich an jeder Seite noch ein breiter brauner Streifen über den Rücken. Das Brustschild ist blassgelb, schmal spitzeiförmig und mit vereinzelten, starken schwarzen Borsten besetzt. Mandibeln, Maxillen und Lippe sind hellgelb, die ersteren vorn der Länge nach braun gestreift. Der Hinterleib ist weiss bis blassgelb, mit feinen Äderchen dicht durchzogen, das graue Herz scheint deutlich durch. An beiden Seiten des Rückens ein breiter nach innen zu mehr oder weniger gezackter dunkler Streifen. Der Bauch hat dieselbe Grundfarbe wie der Rücken und ist an den Seiten grau gestrichelt. Von der Spalte bis zu den Spinnwarzen läuft ein breites, aus drei dunkelbraunen Streifen gebildetes Feld. Die Epigyne besteht aus zwei kleinen ovalen schwarzen Öffnungen in blassgrauem Felde. Die Taster und die mit langen Stacheln

*) Von Malorca in Dr. L. Koch Arachniden und Myriapoden von den Balearen. Wien 1882.

bewehrten Füsse sind meistens gelb, am Schenkel gestreift, jedoch kommen auch dunklere Färbungen vor.

Das wenig kleinere ♂ ist meist so gefärbt und stets genau gezeichnet, wie das ♀ und nur in der Färbung der Füsse scheint eine grosse Mannigfaltigkeit zu herrschen, denn von den drei vorliegenden ♂ Tieren hat das eine blassgelbe, das andere bräunliche und das dritte schwarzgraue Füsse. Die Taster tragen am zweiten Gliede 2 sehr lange und einen kurzen Stachel, am dritten einen langen und am 4. 3 lange und einen kurzen Stachel (Fig. 9 c, d.). Am Ende des 4. Gliedes befindet sich an der Aussenseite eine kleine, von dunkler Chitinleiste eingefasste Ausbuchtung (Fig. 9 c ×). Von diesem schönen Tierchen liegen 7 Exemplare vor, von denen ein Paar vollständig entwickelt ist.

Teneriffa (Guimar).

41. **Epiblemum mutabile Luc.** — Madeira (Funchal).

42. **Dendryphantes Moebii nov. sp.** — Fig. 12 a, b, c, d.

♀: Länge des ganzen Tieres $5^1/_2$ mm, des Vorderleibes $2^1/_2$ mm, Breite desselben 2 mm.

Der Vorderleib ist schön kupferfarbig rot, nur um die Augen schwarz. Der ganze Vorderleib ist oben mit weissen Härchen bedeckt, wodurch ein prachtvoller, bald goldiger, bald kupferfarbiger Schiller hervorgebracht wird. Das kleine langeiförmige Brustschild ist hellbraun, breit dunkel umsäumt. Die Mandibeln sind dunkel-, Maxillen und Lippe etwas heller braun.

Der Hinterleibs-Rücken ist braungelb, das stark durchscheinende Herz braun und die Zeichnung der Seiten dunkelbraun. Die nächste Umgebung des Herzens ist glänzend weiss, von breiten grauen Adern durchzogen.

Der Bauch ist auf graubrauner Grundfarbe weisslich und grau geadert und zeigt vor den Spinnwarzen zwei dunkelbraune Flecken.

Die Epigyne, blassrötlich in grauem Felde, besteht aus einem äusserst feinen Chitinbogen und zwei darunter befindlichen, etwas vortretenden, dunklen, ringförmigen Öffnungen (Fig. 12 b). Der Chitinbogen ist so fein, dass er bei manchen Tieren kaum ganz zu sehen ist, sondern nur die beiden umgebogenen Enden deutlich erkennbar sind. Die Spinnwarzen sind hellbraun. Die Füsse sind bräunlich gelb und zum Teil dunkel geringelt. Das vordere Paar, ganz bedeutend stärker als die übrigen, ist an Knie, Schienen und Tarsen dunkelbraun und nicht geringelt. Die Taster sind ebenfalls bräunlichgelb. Das ♂ gleicht in Grösse, Grundfarbe und Zeichnung ganz dem ♀, nur ist es etwas dunkler.

Der Taster hat am 4. Gliede einen hornigen Fortsatz (Fig. 9 c, d) und oben am Ende desselben Gliedes befindet sich ein dunkelbrauner Fleck. Der Taster hat nur einen kurzen Stachel am Ende des 2. Gliedes. Von diesen sehr schönen Tieren liegen 2 entwickelte ♀ und 1 solches ♂ vor.

Teneriffa (Orotava).

43. **Attus ravus nov. sp.** Fig. 11 a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 4 mm, des Vorderleibes 2 mm. Der Vorderleib bis kurz hinter den Augen tiefschwarz, über den vorderen Mittelaugen ein weisser Haar-

büschel und weisse Einfassungsstreifen an den Seiten. Der übrige Teil des Brustrückens ist schwarzbraun, in der Mitte etwas heller. Der ganze Vorderleib ist schön kupferfarbig schillernd. Die kräftigen Mandibeln sind dunkelbraun, die Maxillen bräunlichgrau und die Lippe schwarzgrau, die beiden letzteren hell umrandet. Der Hinterleibsrücken ist graugelb mit braunen und schwarzen Flecken und Punkten (Fig. 11 a).

Der Bauch ist an den Seiten grau gestreift, die ganze Mitte jedoch unterhalb der Spalte graugelb, über der Spalte blassgrau. Die Epigyne ist braun. Die kurzen, konischen und gleichgrossen Spinnwarzen sind schwarzgrau. Die Taster sind gelblich weiss, die Füsse schmutzig gelb, am Schenkel, vor dem Knie, braun gefleckt oder geringelt. Leider fehlt dem einzigen vorliegenden Tiere das I. Fusspaar und so ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob dasselbe zu Pseudicius, Attus, oder wie Herr Prof. Kulczyński meinte, zu einer neuen Gattung zu zählen ist. Ich habe jedoch von der Aufstellung einer solchen aus verschiedenen Gründen Abstand genommen und zwar erstens, weil es bei den Attiden schon weit mehr Genera giebt als gut ist und zweitens auch, weil das Tier nicht vollständig ist; ich habe es deshalb vorläufig zu der Gattung »Attus« gestellt, zumal deren Bestachelung von Metatarsus IV genau auf unser Tier passt*).

Teneriffa (Orotava.)

44. **Marpessa ornata Th.** — Madeira (Funchal).

45. **Marpessa inc. spec.**, jung. — Teneriffa (Guimar).

46. **Cyrba algerina Luc.** — Madeira (Funchal); Teneriffa (Orotava, Guimar).

47. **Menemerus semilimbatus Hahn.** — Teneriffa (Orotava).

48. **Pellenes Kraepelinorum nov. sp.** — Fig. 13 a, b, c.

♀: Vorderleib: Die Kopfplatte schwarzbraun, schön kupferfarbig glänzend. Um die hinteren Augen bis zu den vorderen zieht sich ein Paar halbmondförmiger, heller Bogenstreifen und hinter diesen ist der Brustrücken schwarzbraun.

Das Gesicht unterhalb der vorderen Augenreihe ist weiss, das Brustschild sehr klein und schwärzlichbraun. Mandibeln, Maxillen und Lippe sind dunkelbraun. Hinterleibsrücken schwarzbraun, fein gerieselt, so dass vielfach weissliche Pünktchen und Striche durchscheinen. Vorn am Rücken und den Seiten entlang eine weisse Einfassung, die jedoch hie und da unterbrochen ist. Zwei Paare gebogener weisser Streifen ziehen sich von den Seiten gegen die Rückenmitte und ein ebenfalls weisser Streifen läuft der Länge nach über die Rückenmitte bis zu den Spinnwarzen. Der Bauch ist trüb braun, an den Seiten hell umrandet. Die Epigyne ist rötlich und deren Öffnung von dunklen Chitinleisten eingefasst (Fig. 13 b). Die Spinnwarzen sind braun, die oberen dunkler als die unteren.

Bei den Füssen ist das I. Paar viel stärker als die übrigen, am Schenkel dunkelbraun, Knie braun, Schiene und Vortarse wieder dunkelbraun und die Tarse hellbraun. Die anderen drei Fusspaare sind hellbraun, jedoch bei allen Knie und Tarsen heller als die anderen Glieder.

*) Vergl. Chyzer & Kulczyński: Araneae Hungariae Tom. 1 pag. 4.

Die Schenkel aller 4 Paare sind vorn und hinten breit dunkel eingefasst, namentlich des ersten Paares, an dem man von oben nur noch einen schmalen Streifen bemerkt. Am zweiten Paare ist die vordere dunkle Einfassung scharf abgesetzt und reicht nicht ganz zum Knie, wie bei allen andern Schenkeln (Fig. 13 c.). Die Taster sind zart und rein gelb.

Teneriffa (Orotava).

49. **Pholcus phalangioides Fuessl.** — Madeira (Funchal).

50. **Pholcus ornatus nov. sp.** — Fig. 14 a, b.

♀: Länge des ganzen Tieres 5 mm, des Vorderleibes $1^3/_4$ mm. Der Vorderleib ist gelbweiss mit hübscher brauner Zeichnung, in Gestalt einer Schleife, geschmückt. Das Brustschild ist ebenfalls weissgelb mit feinem braunen Saume, die Mandibeln sind braun, Maxillen und Lippe gelb.

Der Hinterleibsrücken ist blass graugelb, über die Mitte stehen 5 Paar brauner unregelmässiger Flecken. Der Bauch ist ebenfalls blass graugelb, in der Mitte etwas dunkler, als an den Seiten. Die wulstig vorstehende Epigyne ist kirschrot, die Spinnwarzen sind graugelb. Die Taster und Füsse sind gelb, der Schenkel vor dem Knie, das Knie selber und der Anfang der Schiene sind dunkler, als die übrigen Fussteile. Das ♂ ist genau gezeichnet, wie das ♀, nur ist die Grundfarbe des Hinterleibes statt graugelb ganz grau. Leider ist das einzige vorliegende ♂ nicht ganz entwickelt und daher sind die Geschlechtsteile nicht zu beschreiben gewesen.

Teneriffa (Guimar.)

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1a. **Trochosa aquila nov. sp.** 2/1.
b. Epigyne.

Fig. 2a. **Tarentula Kulczyńskii nov. sp.** 3/1.
b. Epigyne.

Fig. 3a. **Tarentula brunnea nov. sp.** 2/1.
b. Epigyne.

Fig. 4a. **Tarentula gracilis nov. sp.** 3/1.
b. Epigyne.

Fig. 5a. **Argiope trifasciata Forsk.** 4/1.
b. der rechte Taster von aussen, c. derselbe von innen gesehen.

Fig. 6a. **Caelotes Aemilii nov. sp.** 2/1.
b. Epigyne.

Fig. 7a. **Enoplognatha Sattlerii nov. sp.** 3/1.
b. Bauchseite; c. Epigyne mit Umgebung.

Fig. 8a. **Callilepis Moebii nov. sp.** 3/1.
b. Epigyne; c. rechter ♂ Taster aussen; d. derselbe von oben.

Fig. 9a. **Oxyopes Kraepelinorum nov. sp.** 4/1.
b. Epigyne; c. rechter ♂ Taster von aussen; c×. Chitinleiste am 4. Gliede; d. Bestachelung des 3. und 4. Gliedes von oben gesehen.

Fig. 10a. **Echemus canariensis E. Sim.** ♂ 3/1.
b. rechter Taster von aussen; c. derselbe von unten; d. Augenstellung; e. Epigyne.

Fig. 11a. **Attus ravus nov. sp.** 4/1.
b. Epigyne.

Fig. 12a. **Dendryphantes Moebii nov. sp.** 4/1.
b. Epigyne; c. rechter ♂ Taster von aussen; d. derselbe von unten.

Fig. 13a. **Pellenes Kraepelinorum nov. sp.** 4/1.
b. Epigyne; c. die Schenkel der Füsse in ihrem Verhältnis von Länge und Stärke zu einander.

Fig. 14a. **Pholcus ornatus nov. sp.** 3/1.
b. Epigyne.

1a 2a 3a 4a 5a 6a 7a

1b 2b 3b 4b 5b 5c 6b

7b 8a 8c 9a 9c 10a

7c 8b 8d 9b 9d 10b 10c

10d 11a 12a 12c 13a 14a

10e 11b 12b 12d 13b 13c 14b

Bösenberg del. · Druck v. [illegible] Kuncke & Söhne Hamburg · F. Stender lith.



Die Geographische Verbreitung der wichtigsten Wale des Stillen Ozeans.

Von

Dr. Heinrich Bolau.

Die vorliegende Arbeit schliesst sich an zwei andere über die Verbreitung der Wale im Atlantischen und im Indischen Ozean an, die in den von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Segelhandbüchern für den Atlantischen und Indischen Ozean erschienen sind. Sie wird demnächst in etwas abgeänderter Form auch in dem Segelhandbuch für den Stillen Ozean abgedruckt werden. Herr Geheimrat Prof. Dr Neumayer hat die Benutzung der zugehörigen Karte für die Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins gerne gestattet, wofür ich ihm hiermit meinen verbindlichen Dank ausspreche.

Arbeiten über die geographische Verbreitung der Wale haben besondere Schwierigkeiten, denn keine Säugetierordnung ist weniger genau bekannt, als die der Cetaceen, der Fischsäugetiere oder Walfische. Ihrer Erforschung stellen sich einerseits in der zum Teil ganz enormen Grösse vieler Cetaceen, andererseits deshalb grosse Hindernisse in den Weg, weil sie den offenen Ozean bewohnen. Die Beobachtung ihres Thuns und Treibens wird dadurch auf des Äusserste erschwert. Daher kommt es, dass unsere systematischen Kenntnisse über die Walarten immer noch sehr mangelhafte sind, dass unser Wissen von der Lebensweise dieser Tiere noch grosse Lücken hat, und dass über ihre Anatomie, mit Ausnahme der Osteologie, und mehr noch über ihre Entwickelungsgeschichte bislang verhältnismässig wenig gearbeitet worden ist.

Recht unsicher sind auch unsere Kenntnisse über die geographische Verbreitung der Wale. Über das Vorkommen aller kleineren Arten, also namentlich der Delphine im weiteren Sinne des Wortes sind fast ausnahmslos nur einzelne unzusammenhängende Angaben bekannt, die in manchen Fällen noch dadurch unsicher werden, dass die Feststellung der Arten eine wenig zuverlässige ist.

Und ,wenn die Sachlage bei den grossen Walen auch günstiger ist, weil ihr im grossen betriebener Fang naturgemäss die Kenntnis ihrer Verbreitung erweitern musste, so finden sich doch auch hier, wie die weitere Ausführung zeigen wird, noch sehr viele Widersprüche, Unklarheiten und Lücken.

Die Begrenzung der vorliegenden Arbeit auf die grossen, durch ihre Produkte an Thran, Barten und Spermaceti wichtigen Walarten ist somit eine wohlbegründete. —

Die bis jetzt bekannten etwa 140 Arten Wale, — nämlich 30 Bartenwale und 110 Zahnwale, — leben in allen Ozeanen. In den Polarmeeren sind sie hoch bis gegen die Pole hinauf verbreitet, soweit nicht eine undurchdringliche Eisdecke sie am Atmen hindert.

Die Verbreitung der Wale ist von der Wärme des Wassers und von dem Vorkommen einer genügenden Menge Nahrung abhängig. Es scheint, dass diese beiden Faktoren in erster Linie auch die Wanderungen unserer Tiere bestimmen, die mit grosser Regelmässigkeit vor sich gehen und in vielen Fällen wahrscheinlich auch noch dadurch beeinflusst werden, dass die trächtigen Weibchen geschützte Buchten aufsuchen, ihre Jungen zur Welt zu bringen.

Unsere Kenntnis von der geographischen Verbreitung der Wale beruht fast ausnahmslos auf den Berichten der Walfänger und anderer Seefahrer. Die grossen wissenschaftlichen Expeditionen zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner haben kaum eine weitere Aufklärung über das Thun und Treiben dieser grössten aller Lebewesen der Gegenwart nicht nur, sondern aller Zeiten gebracht. Zur Zeit der neuesten und bestausgerüsteten Expeditionen waren die Ozeane von den grössten Walarten übrigens bereits so sehr entvölkert, dass es in dieser Hinsicht wenig mehr zu beobachten gab.

Das gilt insbesondere vom Atlantischen und vom Indischen Ozean, das gilt leider aber auch bereits vom Stillen Ozean, namentlich von seinen südlichen Breiten. Wo einst grosse Scharen gewaltiger Tiere zu finden waren, trifft man heute nur noch einzelne wenige, so dass ein regelmässiger Fang die Mühe nicht mehr lohnt.

Im nördlichen Stillen Ozean, im Beringsmeer und im nördlich daran grenzenden Eismeer sind die Verhältnisse augenblicklich noch günstiger. Dort findet noch heute eine sehr ergiebige Jagd auf den Nordwestwal und den Polarwal statt. Aber wie lange noch, und auch diese Gewässer werden unergiebig geworden sein!

Das Gewerbe des Walfischfanges, durch Jahrhunderte und bis in die neueste Zeit von Spaniern, Holländern, Briten, Franzosen, Deutschen, Dänen und Norwegern mit günstigstem Erfolge betrieben, beschäftigt heute von Europa aus nur noch wenige norwegische und schottische Schiffe; es ist nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika verzogen. Dort sind es namentlich die beiden Staaten Massachusetts und das junge Kalifornien, die eine Flotte von Walfängerschiffen ausrüsten.

Der Mittelpunkt aber des ganzen Walfanges der Gegenwart, »the Greatest Whaling Rendezvous of the World«, wie der Report of the United States Commission of Fish and Fisheries 1888 sagt, ist San Francisco.

Um zu zeigen, wie einträglich der Fang von hier aus noch immer ist, wie reich bevölkert manche Gegenden des Ozeans heute noch sind, lasse ich einige Zahlen aus dem erwähnten Bericht folgen, für dessen gütige Zusendung ich dem Commissioner Mr. Marshal Mc Donald in Washington hiermit verbindlichst danke.

Die Walfischerei von San Francisco aus, hat in den letzten zehn Jahren einen bedeutenden Aufschwung genommen, der um so überraschender ist, als der Fang von den Staaten Neuenglands aus einen ebenso raschen Rückgang erlitten hat.

San Francisco besass im Jahre 1879 nur 3 Walschiffe von zusammen 1470 Tonnen, 1888 hatte es 28 Schiffe von zusammen 8278 Tonnen mit einer Bemannung von 932 Offizieren und Seeleuten, und 1889 waren 26 in San Francisco einheimische Schiffe mit Walfang beschäftigt.

Der günstigen Lage San Francisco's zu den heute noch reichen Fischgründen des Beringsmeeres und weiter nordwärts ist es zuzuschreiben, dass von diesem Hafen auch eine grosse Zahl fremder Schiffe, namentlich solcher aus Massachusetts, auf den Fang aussegelt. San Francisco ist der Hafen für ihre Ausrüstung und ihr Stützpunkt.

Im Jahre 1888 bestand die von San Francisco auf den Walfang ausgehende Flotte aus 58 Schiffen*), von denen 5 im Okhotskischen Meer und in den Japanischen Gewässern, 3 in der Südsee und 50 in der Beringssee und im Eismeer fischten. Man brachte 202 Wale nach Hause gegen 360 im Vorjahre. 1889 wurden nur 147 Wale gefangen, davon 71 in den Arktischen, und 76 in den Okhotskischen und Japanischen Gewässern.

Einzelne Schiffe verdanken dem Glück und der Gewandtheit ihrer Bemannung oft einen besonders reichen Ertrag; das Dampfschiff »Orca« kam am 25. Oktober 1887 mit Thran und Barten von 28 Walen in den Hafen von San Francisco; und es hätte noch mehr fangen können, wenn noch Raum an Bord gewesen wäre. Rechnet man jeden Wal zu durchschnittlich 5000 $, so ergiebt das einen Segen von 140 000 $! Ein anderer Walfänger brachte im Jahre 1880 27 Wale, ein dritter 1887 25 Wale nach Hause. Andere Schiffe sind weniger glücklich; sie fangen in Ermangelung von etwas Besserem oft nur Walrosse und andere Robben.

Der Wert der Erträge des von den Vereinigten Staaten aus betriebenen Walfischfanges wird von Dr. Hugh M. Smith in seiner für den Welt-Fischerei-Congress in Chicago 1893 veröffentlichten Statistik der Fischerei der Vereinigten Staaten auf 2 146 136 $ angegeben, wovon auf Massachusetts 1 132 753 $, auf Kalifornien 1 006 662 $ und der Rest auf Nord-Carolina, Connecticut und Washington kommen. Diese Erträge stehen unter denen der Vereinigten Staaten-Fischerei an vierter Stelle; sie werden nur von denen aus dem Fange von Austern, von Lachsen an der Pazifischen Küste und von Kabliau im Atlantischen Ozean übertroffen.

Ich kann hier die Besorgnis nicht unterdrücken, dass bei der Rücksichtslosigkeit, mit der der Fang leider bereits seit längerer Zeit nördlich und südlich der Beringsstrasse und im nördlichen Stillen Ozean betrieben wird, auch dieses Gebiet bald ein verödetes sein wird.

Die Art des Betriebes vernichtet überall in kurzer Zeit das früher so blühende Gewerbe des Walfischfanges.

---

*) Zur Zeit der höchsten Blüte der Walfischerei 1846 waren von den Ver. Staaten aus im ganzen 729 Schiffe mit Walfang beschäftigt.

Der Polar- oder Grönlandswal.

Balaena mysticetus L. — Bowhead der Amerikaner.

Der Polar- oder Grönlandswal, den wir hier am besten mit dem ersteren Namen bezeichnen, ist eine echte Balaena. Er hat keine Rückenflosse, keine Bauchfurchen und lange schmale Barten.

Der Polarwal ist von gedrungenem plumpen Bau. Sein Kopf nimmt ein Drittel seiner ganzen Körperlänge ein. Sein Oberkiefer ist stärker nach abwärts gebogen, als der des nahe verwandten Nordwest- oder Japanwals, B. japonica Lacép. Seine Farbe ist schwarz, die Unterseite des Kopfes gelblich-weiss. Nach Scammon wird er selten bis 65 Fuss engl. = 19,8 m lang. Ein 47 Fuss langes Weibchen hatte jederseits 330, ein 45 Fuss langes Männchen jederseits 308 Barten. Die längsten Barten waren 3,2 m, bezw. 2,9 m lang. Man kennt Polarbarten von 3,6—3,8 m Länge.

Der Polarwal ist nie von Cirripedien besetzt, dagegen findet sich auf Kopf und Finnen hin und wieder Cyamus mysticeti Dall.

Nach Robert Brown besteht die Nahrung unseres Wals, das sogenannte »Walfischaas«, aus Clio borealis Brug. und verschiedenen Entomostraken.

Es ist nicht sicher festgestellt, wo der Polarwal des Beringsmeeres seine Jungen wirft; vermutlich in den entlegeneren, zeitweilig eisfreien Teilen des Eismeeres. Für einen Brutplatz des Nordwals wird von den amerikanischen Fischern auch die Tschantar Bai gehalten.

Der Polarwal ist ein Eiswal. Er bewohnt die Südränder der Eisfelder, die Wässer zwischen den treibenden Eisschollen; dort findet er seine Nahrung.

Im Sommer trifft man ihn auch im offenen Wasser an, aber doch immer nur in Gegenden, in die die Wintereisfelder gelegentlich gelangen. Er lebt nur, so weit die kalten Strömungen reichen und überschreitet nicht die Polargrenzen seiner Verwandten, des Baskenwals, Balaena biscayensis Flow., im Atlantischen Ozean und des Nordwestwales, B. japonica Lacép., im Stillen Ozean. Unser Wal lebt auf einem grossen Teil der polaren Calotte; er wandert aus dem nördlichsten Atlantischen Ozean durch das Eismeer im Norden von Amerika in das Beringsmeer und umgekehrt. Luftlöcher und Spalten im Eise zum Atemholen finden sich für ihn auch in der kältesten Jahreszeit. Sie entstehen durch die Bewegungen von Ebbe und Fluth und durch die Zusammenziehungen des Eises, die eine Folge der strengen Kälte sind; oft mögen auch die heftigen Stürme jener unwirtbaren Gegenden zu ihrer Bildung beitragen.

Der grosse Wal des Beringsmeeres und des Eismeeres nordwärts von der Beringsstrasse, der »Bowhead« der Amerikaner, ist also derselbe, wie der Wal, den man in der Baffinsbai als »Grönlandswal«, Balaena mysticetus L., fängt.

Walfänger haben ihn von hier aus bis zum Lancaster-Sund und zum Golf von Boothia unter etwa 90° W. verfolgt, während von der Beringsstrasse her Andere ihn in

der Gegend von Banksland, 125° W. gefischt haben und Mc. Clure*), der Entdecker der Nordwestpassage, ihn beim Kap Bathurst unter 127° W. angetroffen hat. Die Entfernung dieser beiden Punkte vom Golf nach Boothia beträgt nicht mehr als 35—37 Längengrade. Das sind auf dem 72° gemessen 1200—1275 km, oder auf dem 75° gar nur 1010—1070 km.

Direkte Beweise für die Wanderungen des Polarwales durch das amerikanische Eismeer sind auch einige interessante Harpunenfunde, von denen Scoresby**) berichtet, die also zu einer Zeit bekannt wurden, als man die nordwestliche Durchfahrt noch nicht kannte: Der holländische Kapitän Jacob Cool von Saardam erzählt, dass man in der »Tatarischen See«, also an der Ostküste von Sibirien, einen Wal gefangen habe, in dessen Rücken eine holländische Harpune mit den Buchstaben W. B. steckte, und dass diese Harpune als das Eigentum des Admirals der holländischen Grönlandsflotte Wilhelm Bastiaanz erkannt wurde, also in der Spitzbergen-See geworfen sei.

Als die Mannschaft des russischen Schiffes, das im Jahre 1716 zum ersten Mal zur See Kamtschatka erreichte, dort überwinterte, wurde ein grosser Walfisch ans Land getrieben, in dessen Körper eine Harpune von europäischer Arbeit und mit lateinischen Buchstaben gezeichnet, steckte.

Dagegen scheint es auf einem Irrtum zu beruhen, wenn Seeleute, die am Ende des vorigen Jahrhunderts an der Küste von Korea Schiffbruch gelitten hatten, erzählen***), sie hätten in dem Körper von Walfischen, die dort zahlreich strandeten, Haken und Harpunen gefunden, wie sie von Holländern und Franzosen benutzt wurden, die zu jener Zeit nur im Nordosten von Europa zu fischen pflegten. An den Küsten von Korea kommt der Polarwal nicht vor. Bei diesen Erzählungen kann es sich kaum um ein anderes Tier, als den Nordwestwal handeln, der aber wiederum sicher nicht in den nördlichen europäischen Gewässern lebt.

Im Norden Asiens, etwa von Nowaja-Semlja bis in die Gegend der Koljutschin-Bai scheint der Polarwal zu fehlen.

Nach Nordenskiöld †) ist Walfischfang bei Nowaja-Semlja nie in grösserer Ausdehnung betrieben worden. Skeletteile von Walfischen, welche sich am Strande Spitzbergens und des Meeres zu beiden Seiten des Beringssundes so häufig aufgeworfen vorfinden, werden, soweit seine Erfahrung sich erstreckt, weder auf dem Strande von Nowaja-Semlja, noch an der Küste des Karischen Meeres, noch an den Stellen der Nordküste Sibiriens, wo seine Expedition zwischen dem Jenissei und der Lena landete, gefunden. Hier sind die Eismassen im Winter doch wol zu ausgedehnt, so dass für unsern Wal das Atmen und damit der Aufenthalt unmöglich wird. Vielleicht fehlt es auch an Nahrung.

Während der Polarwal in der Baffinsbai und der Davisstrasse auf der Ostseite nur bis zum 64° N. und auf der Westküste dieser Gewässer bis zum 60° südlich geht,

*) Discovery of the North-West-Passage. London 1856, p. 92.

**) Account of the Arctic Regions, 1820, I. p. 10. 11.

***) van Beneden et Gervais, Ostéographie des Cétacés, p. 59.

†) Umsegelung Asiens und Europas. Lpz. 1882, I, p. 144.

reicht seine Südgrenze im Beringsmeer etwa bis zum 55° hinab und geht im Okhotskischen Meere bis zum 54° N.

Im Beringsmeer wandert der Polarwal in gleicher Weise, wie in der Baffinsbai, mit den Jahreszeiten. Die nordamerikanischen Walfängerschiffe treffen um den 1. Mai das erste Eis bei 60° N. und dort auch die ersten Walfische. Sie folgen bei ihrem Fange dem weichenden Eisrande nordwärts und halten sich nahe am Ufer, wo die besten Fanggründe sind. Viele Wale wurden früher bei der Karagininsel unter 59° N. an der Küste von Kamtschatka gefangen. Gute Fangplätze sind auch zwischen der Insel Sankt Lorenz und dem Ostkap, desgleichen an der Nordwestküste Amerikas bis zum Eiskap 70½° N. und 162° W. Um die Mitte des Mai erreichen die Fänger den Golf von Anadyr und in der Zeit zwischen dem ersten und der Mitte Juni bricht das Eis in der Beringstrasse auf. Um den ersten gehen die Wale in das Polarmeer. Man beeilt sich, mit ihnen hier zusammen zu treffen, dem Beispiele des Kapitain Roys folgend, der mit der Bark »Superior« im Jahre 1848 als Erster hier vordrang und unzählige Walfische fand. Anfangs geht man nordostwärts an der asiatischen Küste*) entlang, wendet sich dann aber gegen die Barrow-Spitze, sobald das Eis genügend aufgebrochen ist. Bei dieser Gelegenheit kreuzen die Walfänger bis zu der hohen Breite von 72° N. hinauf, wo die Wale nach Pechuel Lösche unter dem Eise verschwinden. In den nördlichen Teilen der Baffinsbai wird bekanntlich noch unter 79° N. nach Walfischen gejagt.

Ostwärts gelangt man nicht nur zur Barrow-Spitze 71° 40′ N. und 156° W., sondern dringt bis in die für die Fänger sehr gefährliche Gegend weiter östlich vor. Hier trifft man zeitweilig kaum eine Spur von Eis, während eine plötzliche Windänderung das Packeis oft in höchst gefährlicher Weise in kürzester Zeit heranführt. Trotzdem erreichen manche Walschiffe Franklin's Umkehrriff, 150° W., die Barter Insel, 143° W., Herschel's Insel, 139° W., und fischen sogar zwischen dem Rande des Sommereises und der amerikanischen Küste bis gegen Banksland. Die Fangzeit in dieser Gegend, die eigentlich arktische, beginnt etwa Mitte August und wird in günstigen Jahren bis zum 1. Oktober ausgedehnt. Zu dieser Zeit werden die meisten Wale gefangen.**)

Im Okhotskischen Meere geht der Polarwal, wie bereits erwähnt, südlich bis zum 54° N. Nach Scammon***) hat man ihn an der Südspitze von Kamtschatka, am Kap Lopatka unter 51° N., nie vom Okhotskischen- zum Beringsmeer oder umgekehrt wandern sehen.

*) Nordenskiöld — Umsegelung I, p. 475 — fand in seinem Winterquartier an der Koljutschin-Bai am Strande bei Pitlekai neben sehr grossen Mengen subfossiler verschiedenen Arten Walen angehöriger Knochen auch ein Skelet von Balaena mysticetus, das noch teilweise von Haut bedeckt war und an dessen Knochen noch hochrotes, beinahe frisches Fleisch sass, soweit diese Teile noch in dem Boden festgefroren waren. Nordenskiöld nimmt an, dass die Mumie erst vor kurzem vom Sande freigespült worden war und stellt den Fund den berühmten Mammuthmumien an die Seite, obgleich er aus einem bedeutend jüngeren geologischen Zeitalter ist.

**) Diese und die vorhergehenden Angaben nach Scammon, Marine Mammals of the North-Western-Coast, — Report of the U. St. Fish Comm. 1888, — u. anderen Quellen.

***) Scammon a. a. O., p. 65.

Die Fangzeit beginnt im Okhotskischen Meere zwischen dem letzten Mai und dem 1. Juli und dauert bis in den letzten Teil des Oktober. Die Walfänger treten in die See ein, sobald das Eis es erlaubt und bleiben gelegentlich sogar bis zum Schluss des November,*) sind dann aber in grosser Gefahr, von dem neuen Eise eingeschlossen zu werden.

Im Sommer, wenn das Eis verschwindet, hält sich unser Wal stets in der Nähe der letzten Eisfelder auf, so lange noch solche vorhanden sind.

Die Hauptfangplätze im Okhotskischen Meere sind: der Taousk-Golf, die Penschina-Bai, der Golf von Gischinga im Nordosten und die südliche Tschantar-Bai. Hier, in der Tschantar-Bai, beginnt die Fischerei zwischen dem Eise und dem Ufer früh im Jahr, bevor die Hauptmasse des Eises aufgebrochen ist.

Über die Artzugehörigkeit des im Okhotskischen Meer lebenden Wales herrschen bislang noch Meinungsverschiedenheiten. Scammon und Cope halten ihn für B. mysticetus, desgleichen van Beneden und Gervais**). Sie sagen ausdrücklich, dass er keine Cirripedien auf seiner Haut habe. Damit stimmt van Beneden's***) ältere Karte. Ferner hat Professor Reinhardt†) in der Zeichnung eines Schädelteiles von einem Wal, den v. Middendorff vom Okhotskischen Meere mitbrachte, »eher einen Mysticetus, als jede andere Art« erkannt.

Nach Dr. H. Ad. Meyer's††) Untersuchungen der Barten ist der Wal vom Okhotskischen Meere »la Baleine franche«, ohne jeden Zweifel Balaena mysticetus, und eine andere Art, als der zwischen den Küsten Japans und Amerikas im Stillen Ozean lebende Nordwestwal, B. japonica.

Nach diesen Angaben, sowie nach der physikalischen Beschaffenheit des Okhotskischen Meeres ist der Wal desselben der Polarwal, B. mysticetus. Auffallend ist es natürlich aber immerhin, dass unser Wal nicht um das Kap Lopatka herumgehen soll. Darnach würde der Okhotskische Wal vollständig getrennt von seinen Artverwandten in der übrigen arktischen Zone leben.

Neuerdings hat sich nun aber van Beneden†††) dafür ausgesprochen, dass nicht B. mysticetus, sondern der Japan- oder Nordwestwal, B. japonica, das Okhotskische Meer bewohne.

Ich habe diese Ansicht des ausgezeichneten Cetaceenkenners zwar, wie die Karte zeigt, nicht zu der meinigen gemacht, halte sie aber für sehr beachtenswerth und hebe sie hier deshalb besonders hervor. Vielleicht gelingt es noch einmal, aus jenen entlegenen Gegenden wenigstens so viele Teile von dem fraglichen Tiere herbei zu schaffen, dass sich seine Art mit Sicherheit feststellen lässt.

*) Rep. Fish Commission U. S. 1888. Washington 1892, p. 81.
**) Ostéographie, p. 233.
***) Bull. Acad. Belg. 2 Sér. T. XXV.
†) Van Beneden et Gervais, Ostéographie, p. 59.
††) Jouan, Mém. de la Soc. sc. nat. de Cherbourg, 2. Sér. T. VIII, p. 169.
†††) Mém. cour. de l'Acad. Belg. 1887, T. XL., p. 43.

Zur Beurteilung unserer Frage will ich noch anführen, dass nach van Beneden und Gervais*) der dänische Kapitän Södring vor Petropavlovsk, gegenüber der Ostküste von Kamtschatka, unter 53 ° N. zwei Bowheads, B. mysticetus, neben anderen Balaenen beobachtet hat, also diesseit der Südgrenze dieses Wales. Sollte da nicht doch hin und wieder ein Austausch von Tieren um das nur 2 ° südlicher liegende Kap Lopatka anzunehmen sein?

Dafür, dass der Wal des Okhotskischen Meeres nicht B. japonica, sondern B. mysticetus, der Polarwal, ist, spricht auch, dass es im Okhotskischen Meer nur kalte Strömungen giebt, und dass sich das Eis in der Tschantarbai unter 55 ° N. in manchen Jahren bis in den August hält, während andererseits freilich die Temperatur des Wassers in den nördlichsten Teilen des Okhotskischen Meeres zu derselben Zeit auf einige Grad über Null steigt. Ich habe in meine Karte die Grenze des Treibeises für den Monat April nach den Angaben der Deutschen Seewarte eingetragen; sie reicht an der Ostseite des nördlichen Stillen Ozeans weit über das Kap Lopatka bis zum 40 ° nach Süden hinab.

Damit stimmt es, wenn Jouan**) im Gegensatz zu van Beneden ausdrücklich hervorhebt, dass es im Okhotskischen Meere nicht nur Schollenhaufen, sondern auch Eisberge gebe.

Die vom Süden kommende warme Japanströmung Kuro-Schio wendet sich, wenigstens während der Wintermonate, lange bevor sie die fraglichen Gegenden erreicht, ostwärts.

Die Okhotskische See ist ein kaltes Meer, besser geeignet zum Aufenthalt für den Polarwal, Balaena mysticetus, als für den Japanwal, B. japonica.

Der Nordwest- oder Japanwal.

Balaena japonica Lacép. — Bal. sieboldii? Gray, Scammon. — Bal. antarctica Tem. et Schlgl. — North Western Right Whale der Amerikaner, Semikújira der Japaner.

Die Balaena japonica verhält sich in ihrer Verbreitung im Stillen Ozean, wie B. biscayensis im Atlantischen; die Südgrenze des Polarwals ist ihre Nordgrenze.

Sie ist der echte Wal des gemässigten Stillen Ozeans.

Wie Möbius***) ausgeführt hat, gehören der Japanwal und der Right Whale der Nordamerikaner einer und derselben Art an und auch Scammon erwähnt ausdrücklich das Vorkommen seines Nordwestwales im Japanischen Meer und im Tatarischen Golf†).

Unser Wal wird 21—22 m lang; sein Kopf nimmt etwas mehr als ein Viertel bis nahezu ein Drittel der ganzen Körperlänge ein. Auf dem Kopf liegen in der Mittellinie

*) Ostéographie, p. 59

**) Mém. Soc. sc. nat. Cherbourg, 2. Sér. VIII, p. 164.

***) Möbius, Fang und Verwertung der Walfische in Japan. Mitteilungen der Sekt. für Küsten- und Hochseefischerei 1894. Sonderabdr. p. 15.

†) Scammon a. a. O. p. 67.

drei Buckel, von denen der vorderste der grösste ist. Diese Eigentümlichkeit zeigen die vorzügliche von Scammon auf Taf. XII gegebene Darstellung, wie die von Möbius veröffentlichte japanische Abbildung in gleicher Weise. Sie fehlt dem Polarwal. Rücken und Seiten des Tieres sind im allgemeinen schwarz, der Bauch ist weiss oder grau, oder scheckig, schwarz mit grossen weissen Flecken.

Die Barten von Balaena japonica sind kürzer, als die vom Polarwal; die längsten sind 2,7 m — 3 m lang, schwärzlich und glanzlos; am oberen inneren Rand sind sie dicker, als die von B. mysticetus. Im Handel kennt man sie als »Nordwest-Barten«.

Der Japanwal hat nach einer japanischen Abbildung 14 Paar Rippen, 11 Lenden- und 26 Schwanzwirbel, während van Beneden und Gervais*), nach Eschricht für einen Fötus unseres Tieres 13 Brust-, 11 Lenden- und 26 Schwanzwirbel angeben.

Nach japanischen Angaben hat unser Wal nicht selten oberhalb der Augen und auf dem Schnauzenbuckel Läuse. Die ungenauen Abbildungen lassen Coronula und Conchoderma erkennen.

Seine Nahrung besteht aus »Ami«, was nach Dr. Jshikawa in Tokyo**) sowohl Mysis bezeichnet, als junge Häringe, Clupea melanosticta Schlgl.

Der Japanwal kommt im nördlichen Stillen Ozean auf einem Gürtel vor, der von der amerikanischen bis zur asiatischen Seite, ungefähr vom 30—55° N. reicht. Auf der japanischen Seite geht er etwas weiter südlich, als auf der amerikanischen. Im Norden bilden die Aleuten, an deren Nordseite er dem Polarwal begegnet, seine natürliche Grenze. Nach Süden geht er nie in die heisse Zone, kreuzt also nie den Äquator. Es scheint, dass er abwechselnd die gegenüberliegenden Küsten des Stillen Weltmeeres besucht.

Über den Ort, wo die B. japonica ihre Jungen zur Welt bringt, und über ihren Winteraufenthalt ist nichts bekannt. Wahrscheinlich sucht sie keine geschützten Stellen auf, um ihre Jungen zu werfen, sondern bringt sie, wie der Potwal, an jedem beliebigen Orte zur Welt.

Der Japanwal ist an der Nordwestküste Amerikas von den amerikanischen Fängern als »Nordwest-Wal«, desgleichen bei Kamtschatka, bei den Kurilen und bei Japan eher gefischt worden, als man wusste, dass der Polarwal im Beringsmeer und im Okhotskischen Meer vorkommt.

Er hat um die Mitte dieses Jahrhunderts den Hauptgegenstand des Fanges im nördlichen Stillen Ozean gebildet; heute sind manche früher ergiebige Walfischgründe von den Fängern verlassen worden. Durch heftige Verfolgungen, insbesondere durch den Gebrauch von Bombenharpunen, sind die Tiere an der Nordwestküste nahezu ausgerottet worden.

Ein Hauptfangplatz — der Kodiak-Grund — erstreckt sich von der Kodiak-Insel bis Victoria, 900 miles (etwa 1700 km.) südlich, und von der Küste westlich bis etwa zum 150° W. Dort vereinigten sich in den Jahren 1846—1851 vom April bis September nicht weniger als 300—400 Walschiffe zum Fang des grossen North-Western Right Whale.

*) Ostéographie des Cétacés p. 112.
**) Möbius a. a. O. p. 13.

Auch an den Küsten von Kamtschatka, im südlichen Teil der Beringssee und im Süden des Okhotskischen Meeres, versammelten sich die Wale in grosser Menge.

Die wenigen, die sich weiter südlich an den Küsten von Kalifornien finden, müssen als Verirrte angesehen werden. Einzeln trifft man sie vom Februar bis April südlich bis zur Bai von San Sebastian Viscaino und bei den Cedros-Inseln etwa unter 29° N.

Von Schrenck schliesst das Vorkommen unseres Wales — B. antarctica — an den Küsten des Amurlandes daraus, dass er bei den Giljaken daselbst grosse Barten, 2,5 m lang, an der Basis 20—21 cm breit, fand — und das waren nicht die grössten.

Weiter südlich findet man den Nordwestwal zwischen dem Südende von Sakhalin und dem Festlande, sowie in der Japan-See. Er ist der wertvollste der bei Japan gefangenen Wale.

An den Küsten Japans*) ziehen die Wale, die Winterkälte vermeidend, von Norden nach Süden herab. Man nennt sie herabkommende Walfische, »Kudarikújira«, die nach Norden ziehenden »Noborikújira«, hinaufziehende Walfische. Die hinaufziehenden sind wild; es ist schwierig, ihre Scharen zu trennen und sie zu fangen. Da sie gegen den Frühling auf Geräusch nicht hören und es oft nicht gelingt, sie in die Netze zu jagen, die die Japaner sonst mit Vorliebe beim Fang von Walen verwenden, werden sie meistens nur mit Harpunen gefangen.

Mit dem Japanwal ziehen an den japanischen Küsten auch der Grauwal, der Buckelwal und der Blauwal.

Bei Kiusiu, der südlichsten japanischen Insel, fängt man zwischen Ende Dezember und Frühlingsanfang Walfische, die von Norden kommen, später bis Anfang Mai solche, die nach Norden ziehen. Die Wale halten sich hier also nur in der kältesten Jahreszeit auf; sie sind an der Südgrenze ihrer Verbreitung. Die Nordamerikaner fischen im »Japan-Grunde« bis zu den Bonin-Inseln und östlich bis zum 165° W. gewöhnlich von Mai bis November.**)

Der Südwal des Stillen Ozeans.

Balaena antipodum Gr. — B. marginata Gr. (?) — Southern Right Whale der Amerikaner.

Für die sichere Klassification der Südwale fehlt es bislang noch an den nötigen Elementen. Ich folge van Beneden***) und nenne den Wal der Südsee Balaena antipodum Gr. Man kennt von diesem Wal bislang nicht mehr, als das Skelet eines Tieres im Pariser Museum, das in der Bai Akaroa bei der Banksinsel nahe Neu-Seeland gefangen wurde.

*) Möbius a. a. O. p. 6.

**) Report of the United States Comm. of Fish and Fisheries for 1888, p. 81.

***) Bull. Acad. Belg. 2 Sér. T. XXV.

Kapitän Jouan, ein sehr erfahrener Walkenner, meint, die Wale der südlichen gemässigten Zone seien um die ganze Erde dieselben; es finden sich nur Unterschiede in der Grösse, keine spezifischen. Und auch die Gewohnheiten dieser Tiere sind nach den Beobachtungen aller Walfänger überall die gleichen. Ich gehe daher schwerlich fehl, wenn ich annehme, dass es im südlichen Stillen Ozean nur einen echten Wal, Balaena antipodum, giebt. Er ist im Allgemeinen zwischen dem 30° und 50° S. von Australien bis zur Küste Südamerikas verbreitet; an dieser geht er, begünstigt durch den kalten Perustrom, bis fast zum Äquator nordwärts.

Wie die Karte zeigt, die nur die Hauptfangplätze des Tieres, namentlich nach der Whale-Chart von Kapitän Maury giebt, war der Südwal des Stillen Ozeans an gewissen Stellen so häufig, dass ein lohnender Fang betrieben werden konnte.

Vor der Küste Chiles wurden vor 40 Jahren viele Südwale gefangen, und einzelne Schiffe kreuzen noch heute in jener Gegend und jagen sowol Süd- wie Pottwale. Auf den Walgründen von 42°—47° S. und 75°—80° W. liegt die Hauptfangzeit zwischen dem ersten September und Ende Dezember. Nach Neujahr wenden sich die Schiffe nach Norden bis zum 35° S. Sie ankern gelegentlich in den Baien und kreuzen bis zu Mai zwischen 35° und 40° S.

Die bemerkenswertesten Fangplätze, die von den Walfängern aufgesucht werden, sind Conception-Bai und St. Vincent-Bai, nahe dem Hafen von Talcahuano. Manche Schiffe überwintern auch in diesen Buchten, andere dehnen den Fang vom Kap Horn bis Coquimbo, 30° S., aus. Weiter nordwärts wird vor der Küste, wenn auch mit geringerem Erfolge, noch zwischen 5° und 15° S. gefischt.

Im Oktober und Januar begegnet man nach Kapt. Jouan hin und wieder Südwalen bei Kap Horn. Die Walfänger kreuzen in diesen südlichen Breiten der Stürme und der heftigen Nebel wegen aber ungern.

Die Buchten von Neu-Seeland werden von den weiblichen Südwalen besucht; sie bringen dort ihre Jungen zur Welt. Sie erscheinen hier, vom Norden kommend, im Mai und wenden sich nach Dieffenbach im Oktober wieder nordwärts gegen die Norfolk-Insel. Gute Walgründe waren auch bei den Aucklands-Inseln bis zu einer Entfernung von 150—200 km vom Ufer. Desgleichen bei der Stewart-Insel um die Süd-Spitze von Neu-Seeland; ferner zwischen dem 154° O. und dem 162° W. und vom 36° bis 45° S. An der Ostküste von Neu-Seeland wird der Fang hauptsächlich zwischen Oktober und März betrieben.

An der West- und Südküste von Australien sind durch australische Walschiffe in früheren Jahren häufig Südwale gefangen worden. Die meisten Walgründe des südlichen Stillen Ozeans sind heute aber so wenig ergiebig, dass ein regelmässiger Fang nicht mehr betrieben wird. Es wird lange dauern, bis sich jene Gegenden wieder mit Walen bevölkern, wenn das überhaupt jemals geschieht.

Ich will anschliessend hier noch erwähnen, dass Kapitän J. C. Ross auf seiner Südpolarreise eine grosse Zahl von Walen unter 63° S. und 174° 30' O. am 29. Dezember 1840 zwischen dem Eise beobachtete, nach seiner Angabe hauptsächlich von der »gemeinen schwarzen Sorte, sehr dem Grönlandswal ähnlich«. Es waren ihrer so viele, dass man leicht jede beliebige Zahl hätte töten können. Ausserdem wurden Pott- und Buckelwale angetroffen. Welcher Art die beobachteten schwarzen Wale waren, ob etwa unsere Balaena antipodum, ist natürlich nicht sicher festzustellen.

Der Grauwal.

Rhachianectes glaucus Cope — California Gray Whale der Nordamerikaner — Kokújira der Japaner.

Rhachianectes glaucus hat, wie Balaena, keine Rückenfinne, unterscheidet sich von ihr aber durch den kleineren Kopf und durch zwei Längsfalten an der Kehle, die 1,80 m lang und 35 cm breit sind. Er hat äusserlich manche Ähnlichkeit mit Balaena japonica, ist aber schlanker und kleiner. Er wird 12—14 m lang. Von Farbe ist er hellschwarz, zuweilen etwas bläulich, zuweilen sehr hell, in anderen Fällen wieder nahezu schwarz. Auf dem Rücken hat er fast regelmässig grössere rundliche Flecken und wird dadurch scheckig-grau. Er hat jederseits etwa 180 Barten, die 30—45 cm lang werden, 9 cm breit und 6—9 mm dick sind. Sie sind von lichtbrauner oder nahezu weisser Farbe und von grober Beschaffenheit. Männchen und Weibchen sind namentlich auf dem Kopf und den Flossen oft mit zahlreichen Parasiten besetzt, insbesondere mit Cyamus scammoni Dall und Cryptolepas rhachianecti Dall.

Die Nahrung unseres Wales besteht nach japanischen Quellen aus Krabben und »Namako«. Das Wort bezeichnet eine Holothurie, Stichopus japonicus Sel., nach Ischikawa*) wahrscheinlich aber auch andere pelagische Tiere.

Der Grauwal lebt nur in nördlichen Breiten und ist an der amerikanischen Küste nach Süden nicht weiter, als bis zum 20° N. beobachtet worden. Er ist ein Küstenwal und hält sich mit Vorliebe im flachen Wasser der Buchten und Baien auf. Hier taucht er auf den Grund und wühlt mit dem Kopf im schwarzen Schlamm, der oft noch Kopf und Lippen bedeckt, wenn das Tier wieder auftaucht. Selten sieht man ihn weiter hinaus in der offenen See.

An der Küste von Kalifornien trifft man ihn von November bis Mai. Dann setzen die Weibchen in den Buchten ihre Jungen, während die Männchen sich draussen am offenen Ufer aufhalten.

Im Sommer wandern die Wale in unmittelbarster Nähe des Ufers nordwärts und zwar Männchen und Weibchen mit ihren Jungen gemeinsam. An flachen Stellen, namentlich in den Buchten, geht Rhachianectes oft an Stellen durch die Brandung, wo die Tiefe des

*) Möbius a. a. O. p. 13.

Wassers kaum genügt, ihn vom Boden frei zu halten; ja zur Setzzeit bleiben die Mütter bei tiefer Ebbe ohne Schaden nicht selten in 0,5—1 m tiefem Wasser auf dem Boden der See liegen, während die Jungen noch so viel Wasser haben, in ihrer Nähe zu spielen.

An der Fuca-Strasse bei Vancouver und bei der Charlotteninsel wird der Grauwal von Jndianern gefangen. An den Küsten von San Luis Obispo, 35° N., erscheint er zusammen mit dem Sulphurbottom bei Beginn des Winters auf der Wanderung und auch an der Küste des Santa Barbara County, Kalifornien, 34° 40′ N., hat man ihn auf der Wanderung beobachtet.

Im Oktober und November treffen die Grauwale auf ihrem Zuge nach Süden an den Küsten von Oregon und Ober-Kalifornien ein. Im Sommer versammeln sie sich in der Beringssee und im Okhotskischen Meere und gehen mit dem Polarwal und dem Spitzkopf-Finnwal durch die Beringsstrasse ins Eismeer.

Möbius*) hält die Kokújira der Japaner mit Recht für Rhachianectes glaucus. Der Vergleich der von ihm veröffentlichten japanischen Abbildung mit der vorzüglichen Darstellung Scammon's**) ergiebt zweifellos, trotz der auch von Möbius erwähnten Abweichung in der Darstellung der Lippenränder, die spezifische Übereinstimmung dieser Tiere.

Das British Natural History Museum besitzt übrigens ein vollständiges Skelet eines Rhachianectes aus Vladivostok***), also aus dem japanischen Meere.

Van Beneden†) hält irrtümlich den Kokújira der Japaner für Balaena mysticetus. Die Japaner haben diese arktische Art aber schwerlich jemals gejagt oder gekannt.

Subfossil hat Nordenskjöld††) Schädel einer Rhachianectes-Art bei Pitlekai an der Koljutschinbai im Nordosten Sibiriens gefunden.

Der Buckelwal.

Megaptera boops Fabr. — M. versabilis Cope. — Balaenoptera longimana Rudolphi. — Humpback der Engländer und Amerikaner. — Zatokújira der Japaner.

Furchen am Bauch und eine Rückenfinne kennzeichnen den Buckelwal als zu den Finnwalen, Balaenopteridae, gehörig, unter denen er wegen seiner langen Flossen und der Kleinheit der Rückenfinne die besondere Gattung Megaptera bildet.

*) Möbius a. a. O. p. 13 u. 19.
**) Marine Mammals, taf. II.
***) Möbius a. a. O., p. 20.
†) Mém. cour. Acad. Belg. T. XL, 1887, p. 12.
††) Umsegelung, I. p. 476.

Von allen Walen ist er am plumpsten und massigsten gebaut, von allen hat er die dicksten und schwersten Knochen. Seine schmalen Brustflossen fallen durch ihre gewaltige Länge, die etwa ein Viertel der ganzen Körperlänge erreicht, auf.

Der Buckelwal wird 14—16 m lang; grosse japanische Tiere erreichen nach Möbius*) bis 22 m Länge.

Die Barten des Buckelwals sind kurz, nur 60—90 cm lang und 25 cm breit.

Die Hautfarbe unserer Megaptera ist im Allgemeinen schwarz, unten heller, am Unterkiefer geht sie in Weiss, zwischen den Bauchfalten in's Rötliche über.

Am Buckelwal sind Parasiten eine so regelmässige Erscheinung, dass die Grönländer glauben, er werde mit ihnen geboren. Scammon, der vielerfahrene und gelehrte Walfänger, giebt für den Buckelwal des nördlichen Stillen Ozeans als Schmarotzer**) an: Otion stimpsoni Dall, der wiederum auf Coronula, niemals auf der Haut des Walfisches selber festsitzt, und Cyamus suffusus Dall. Guldberg***) fand auf dem Buckelwal seiner heimatlichen norwegischen Küsten Coronula diadema L., Conchoderma auritum L. und Cyamus boopis Lütken. Darnach sind die Schmarotzer auf den norwegischen und den nordpazifischen Walen, wenn unter den aufgeführten Arten nicht etwa Synonymen sind, nicht dieselben.

Die Wale selber sind gleicher Art. Denn, wenn auch Scammon den Wal des Stillen Ozeans abweichend als Megaptera versabilis Cope bezeichnet, so sagt er doch ausdrücklich,†) der Buckelwal bewohne alle Meere. Er hält also die Megaptera des Stillen Ozeans spezifisch für dieselbe, wie die atlantische Art. Auch Turner sowol, wie Hector, der Direktor des Kolonial-Museums in Wellington, Neuseeland, sind der Meinung, dass dieselbe Art Megaptera die Küsten von Grönland und von Neuseeland, wie auch die Südspitze von Afrika bewohnt.

Megaptera boops variiert sehr stark, ein Umstand, der die Aufstellung mehrerer Arten veranlasst hat. Scammon††) aber hat an der Küste Kaliforniens die verschiedenen Arten, die Gray in seinem »Catalogue of Seals and Whales in the British Museum« aufgeführt hat, wie Megaptera longimana, M. americana, M. poeskop, M. kuzira neben einander oft in demselben Zuge beobachtet. Er sagt, er habe die grösste Schwierigkeit gehabt, zwei äusserlich ganz gleiche Individuen unter diesen Tieren zu finden, oder auch solche, die entschiedene generische oder spezifische Unterschiede gezeigt hätten.

Auch die Mitteilungen Guldberg's über die Nahrung des Buckelwales an der Norwegischen Küste stimmen recht gut mit den japanischen Berichten überein: Guldberg†††) fand im Sommer im Magen des Buckelwales nur kleine Krustazeen, nämlich die zu Tausenden auftretende Thysanopoda inermis; im März und April sieht man ihn dagegen zusammen mit dem gewöhnlichen Finnwal nach den Osmerus-Massen jagen. Der japanische

*) Möbius a. a. O. p. 21.

**) Marine Mammals, p. 39.

***) Zoolog. Jahrb. II, 1887, p. 136.

†) Marine Mammals, p. 42.

††) Ebenda, S. 43, Anm.

†††) Zoologische Jahrbücher II, 1887, p. 136.

Buckelwal frisst »Ami« *). Das Wort bezeichnet Mysis, aber auch junge Heringe, Clupea melanosticta Schlgl.

Der Buckelwal ist Kosmopolit; er bewohnt alle Ozeane von Eismeer zu Eismeer. Nach Eschricht geht er in denselben Monaten, wie der Grönlandswal, nach Norden bis zum 76° N., während Kapitän J. C. Ross ihn am 29. Dezember 1840 unter 63° S. und 174° 30′ O. und am 14. Januar 1841 unter 71° 50′ S. und 172° 20′ O. in grosser Zahl zusammen mit anderen Walen beobachtet hat. Das Hamburger Dampfschiff »Grönland« traf im Januar 1874 unter 61° S. und 46° W., und unter 65° S. und 63° W. viele Buckelwale an.

Wegen seiner Verbreitung durch den ganzen Stillen Ozean habe ich für ihn besondere Grenzen auf meiner Karte nicht angeben können; ich habe vielmehr nur diejenigen Punkte bezeichnet, wo man ihn in grösserer Zahl angetroffen hat.

Der Buckelwal ist ein Zugtier. Tiere aller Spielarten, aller Grössen und vom verschiedensten Alter wandern gemeinsam. Dieselben Tiere erscheinen regelmässig an denselben Stellen wieder. Man beobachtete z. B. an der amerikanischen Küste einen der grössten Buckelwale, der an einem weissen Fleck auf der Rückenflosse leicht zu erkennen war, viele Jahre hintereinander auf seiner regelmässigen Wanderung.

Es scheint, dass der Buckelwal auf der nördlichen Erdhälfte im Sommer nordwärts, im Winter südwärts zieht, auf der südlichen umgekehrt. Um ihre Jungen zur Welt zu bringen, finden sich die Buckelwale an bestimmten Orten periodisch ein.

Nach Elliot**) erscheinen unsere Wale im Juni und Juli an den Küsten der Aleuten. Sie folgen den Scharen der Häringe und Amphipoden, die ihr Lieblingsfutter bilden.

Die Buchten von Akutan und Akun wurden und werden mehr, als irgend welche anderen in Alaska und auf den Aleuten besucht; der Fang währt hier bis in den August. Im Sommer ziehen die Tiere nördlich bis zur Beringsstrasse und vielleicht noch weiter.

Nach Scammon's Angaben und denen der U. S. Fish Commission sind die besten Fangplätze weiter südlich an der Westküste Amerikas entlang insbesondere die folgenden: die Monterey-Bai, San Luis Obispo unter 35° N., die Balenas- und die Magdalena-Bai, 24° 30′ N., an der Küste von Kalifornien. In der Bai von Monterey in Ober-Kalifornien sind die Wale von Mitte April bis Mitte Dezember häufig. Bis September wandern sie hier nordwärts, darauf beginnen sie in südlicher Richtung ihren Rückzug. Diese Wanderungen sind durch die Walfänger mit Sicherheit festgestellt worden.

An der Küste Mexikos trifft man im Valle de banderas, 20½° N., im Dezember Buckelwale mit neugeborenen Jungen.

Weiter südlich, im Golf von Guayaquil, 3° S., halten sich unsere Wale im Juli und August auf, um dort zu werfen.

Van Beneden führt den Wal für Februar und März an der Küste von Ecuador gegen Norden bis Esmeraldas hin an. Gegen Süden wandert er im Juli und August.

*) Möbius a. a. O. p. 13.

**) Elliot, An Arctic Province, London 1886, p. 152.

Forster sah auf seiner Reise mit Cook einen Buckelwal bei Feuerland und einen anderen bei Staten-Island.

Eine Reihe anderer Fangplätze finden sich auf der Karte eingetragen. Ich nenne insbesondere die Loyalty-Inseln, Neu-Caledonien, wo Megaptera sich sogar innerhalb der Riffe zeigt; ferner die Neuen Hebriden, die Küsten von Neu-Seeland und die Ostküste von Australien; dann die Bai von Tongatabu, wo man in den Monaten Juni bis September alte und leider auch viele neugeborene Wale erlegt. Das Pariser Museum besitzt den Kopf einer Megaptera von Tahiti.

Auf der entgegengesetzten Seite des Stillen Ozeans hat Steller bei Gelegenheit seines Schiffbruches bei der Beringsinsel ein weibliches Tier gesehen.

Nach Schrenck und von Middendorff ist Megaptera boops die häufigste an der Südküste des Okhotskischen Meeres gleich nördlich von der Amurmündung strandende Walfischart, und die Giljaken erklärten, dass dieser Wal bei Sakhalin und im Tatarischen Meere nicht minder häufig sei.

Möbius hält den japanischen Zatōkújira mit Recht für unsern Buckelwal. Die langen, säbelförmig gebogenen, unregelmässig gekerbten Brustflossen, der ausgezackte oder gekerbte Hinterrand der Schwanzflosse, die kleine, ein Drittel der ganzen Körperlänge vom Hinterrande entfernte Rückenfinne, sowie die Angaben über Grösse, Farbe und Lebensweise sprechen entschieden dafür.

In japanischen Büchern findet sich der Buckelwal oft dargestellt.

Die Finnfische, Balaenoptera im engeren Sinne des Wortes, haben eine mehr oder weniger deutlich entwickelte Rückenflosse; zahlreiche Furchen verlaufen bei ihnen vom Unterkieferrande der Länge nach über einen grossen Teil des Unterkörpers. Ihre Barten sind kurz und breit. Die Finnfische schwimmen und tauchen vorzüglich und sind sehr wild in ihren Bewegungen. Da überdies ihr Ertrag an Thran verhältnismässig gering ist und ihre Barten wenig oder gar keinen Wert haben, verfolgt man sie erst, seit die echten Balaenen an Zahl sehr abgenommen haben.

Daher kommt es, dass unsere Kenntnis über ihre geographische Verbreitung noch sehr unsicher ist. Ich bezeichne auf der Karte diejenigen Plätze im Stillen Ozean, wo man sie mit Sicherheit beobachtet hat.

Der Schwefelbauch- oder Blauwal.

Sibbaldius sulphureus Cope — Balaenoptera sibbaldi Gr. — Sulphurbottom der Nordamerikaner — Nagasukújira der Japaner — Blauwal der Norweger.

Möbius hält in seiner Arbeit über die japanischen Walfische den Sibbaldius sulphureus Cope für identisch mit der Balaenoptera sibbaldi Nordeuropas. Die Beschreibungen stimmen so gut miteinander überein, dass ich dieser Ansicht nur zustimmen kann und zwar um so mehr, da der altweltliche »Blauwal« erwiesenermassen den Isländern und Grönländern schon lange bekannt ist, also hoch nach Norden hinaufgeht.

Die Möglichkeit, dass der Wal, ähnlich wie der Polarwal, nördlich von Amerika von Ozean zu Ozean schwimmt, ist nicht ausgeschlossen. Scammon sagt,*) ein Sulphurbottom-Whale werde sowohl im Atlantischen, wie im Pazifischen Ozean gefunden. Er behauptet damit freilich noch nicht ohne Weiteres die Artübereinstimmung dieser Tiere.

Der Sibbaldius sulphureus des nördlichen Stillen Ozeans ist nach der Darstellung Scammons und nach den Beschreibungen der Japaner gerade wie der Blauwal Nordeuropas durch seine enorme Grösse ausgezeichnet. Er wird bis zu 30,5 m lang, ist schlank gebaut, schwimmt schnell und ist schwer zu fangen. Er ist von hellerer Farbe, als andere Finnfische, sehr hellbraun, dem Weiss sich nähernd, unten gelblich oder schwefelgelb. Seine Barten werden bis zu 1,25 m lang.

Unser Wal frisst kleine Fische, insbesondere Häringe, Clupea melanosticta Schl. Von dem nordeuropäischen Blauwal teilt Guldberg**) mit, dass er in die Nähe des Ufers komme, um in den grossen Mengen von kleinen Crustaceen, besonders Thysanopoda inermis, zu schwelgen.

Während van Beneden mit Möbius den grössten atlantischen und pazifischen Finnwal für gleichartig hält, sagt Guldberg,***) einer der besten Kenner unserer nordeuropäischen Wale, er könne sich nicht darüber aussprechen, wie weit der Blauwal mit dem Sulphurbottom identisch sei. Jedenfalls sei es höchst wahrscheinlich, dass der Blauwal eine ziemlich grosse Verbreitung hat.

Wegen seiner Geschwindigkeit und Wildheit wird der Schwefelbauchwal der nordamerikanischen Westküste selten verfolgt und noch seltener gefangen.

Man trifft ihn an der Küste von Ober- und Unter-Kalifornien zu allen Jahreszeiten; vom Mai bis September oft in grosser Zahl. Insbesondere wird sein Vorkommen von den Cerros-Inseln, sowie vom Hafen von St. Quentin 31° N., ferner von San Luis Obispo 35° N. gemeldet. Über seine Verbreitung weiter nach Norden ist nichts bekannt, ebenso wenig wie es sicher erwiesen ist, dass er weiter nach Süden vorkommt, obgleich das Schiff »Grönland« viele Finnfische und »Sulphurbottoms« unter 60° und 65° S. an-

*) Marine Mammals, p. 71.

**) Zoologische Jahrbücher II, p. 160.

***) Zoologische Jahrbücher II, 1887, p. 161.

traf, und das Vorkommen von Blauwalen unter 63^0 und 65^0 S. gemeldet wird. Dergleichen Angaben sind aber immer sehr unsicher. Walfischfänger aus nördlichen Gegenden sind nur zu geneigt, die Namen ihrer einheimischen Tiere ohne weitere Kritik auf andere Tiere von ähnlichen Formen in weit entfernten Gegenden anzuwenden.

Dass der Schwefelbauchwal an den Küsten Japans vorkommt, erwähnte ich bereits.

Der Finnwal des Stillen Ozeans.

Balaenoptera velifera Cope — Balaenoptera musculus Comp. (?) — Finback Whale der Nordamerikaner.

Van Beneden hält die Balaenoptera musculus Nordeuropas für identisch mit Balaenoptera patachonica Burm. des südlichen Atlantischen Ozeans und mit Balaenoptera velifera Cope des nördlichen Stillen Ozeans, sowie mit Physalus australis Hector der südlichen Meere. Jedenfalls stehen die Tiere einander sehr nahe.

Der Finnwal des nördlichen Stillen Ozeans wird etwa 18—20 m lang. Er ist obenauf schwarz oder schwarzbraun, sein Bauch milchig weiss. Er ist ein Fischfresser; man hat enorme Massen Codfish, Gadus, in seinem Magen gefunden. Der nordeuropäische Finnwal verfolgt, wie Guldberg angiebt, an der Norwegischen Küste die Lodde, Osmerus arcticus, und den Hering.

Scammon hat den Finback an der ganzen Westküste entlang im Sommer oft gesehen. Im Mai und Juni ist er an den Küsten von Oregon und Kalifornien häufig. Bei Kap Flattery unter 48^0 N. wurden im Sommer 1888 neun dieser Wale von Indianern erlegt. Desgleichen wird sein Vorkommen von San Luis Obispo, sowie von der Monterey-Bai gemeldet.

In der Fukastrasse hat man Tiere mit grösseren Flossen beobachtet. Es scheint aber, dass es sich nur um eine Varietät handelt.

Nach van Beneden soll der Finnwal an der japanischen Küste und im Okhotskischen Meere vorkommen. Und vielleicht gehört auch ein Kopf und ein unvollständiges *) Skelet im British Museum, durch Swinhoe von Formosa eingesandt, dieser Art an.

Der Spitzkopf-Finnfisch.

Balaenoptera davidsoni Scammon — Balaenoptera rostrata Gr. — Sharp-headed Finner Whale der Nordamerikaner.

Die Übereinstimmung in der allgemeinen Körperform und Grösse, — das Tier wird nur 8—9 m lang, — sowie in der Färbung, rechtfertigen es, die altbekannte nordeuropäische Balaenoptera rostrata für synonym mit Balaenoptera davidsoni zu halten.

*) Bull. Acad. Belgique. 2 Sér. XLV, 1878.

Das nordpazifische Tier ist ebenso wie das nordeuropäische obenauf schwarz, unten weiss, und beide tragen auf der Vorderflosse ein sehr auffallendes weisses Querband. Spitzkopf-Finnfische trifft man von Kalifornien bis zur Beringssee, ja, sie gehen sogar durch die Beringsstrasse ins Eismeer, wo sie ebenso wie Polarwale und Grauwale zu Hause zu sein scheinen.

Wie die letzteren, tauchen sie oft aufrecht aus den Eisspalten hervor, um zu blasen. Wegen ihres geringen Wertes und ihrer Geschwindigkeit werden sie von den Walfängern vernachlässigt, hin und wieder aber von den Eingeborenen bei Kap Flattery und am Eingang der Fukastrasse erlegt.

Der Pottwal oder Pottfisch.

Physeter macrocephalus L. — Sperm Whale der Engländer — Cachalot der Franzosen — Makkôkújira der Japaner.

Der Pottwal ist der grösste aller Zahnwale und eines der kolossalsten aller Tiere. Er ist der einzige Zahnwal, über dessen Verbreitung im Stillen Ozean Genaueres bekannt ist. Erwachsene Männchen werden 20 m lang, während die Weibchen kaum die Hälfte dieser Grösse erreichen.

Der Pottwal ist schwarz, auf der Unterseite grau.

Er hat im Unterkiefer, der auffallend lang und schmal ist, jederseits 21—25 stumpfkegelförmige Zähne; der Oberkiefer ist zahnlos. Seine Nahrung besteht aus dem sogenannten Squid (Cephalopoden verschiedener Art) und Fischen.

Der Pottwal schwimmt gewandt, taucht bis zu sehr grossen Tiefen, ist sehr lebhaft und wild und springt häufig mit dem ganzen Körper über die Oberfläche des Meeres hervor.

Wie der Buckelwal, ist auch der Pottwal Kosmopolit. Dieselbe Art Physeter macrocephalus wohnt in allen Ozeanen, in denen in den Wintermonaten kein Eis ist. Er ist zwar in wärmeren Meeren häufiger, wird im Norden aber nach Scammon doch noch zwischen 50° und 60° N. angetroffen; grosse Pottwale wurden bei Kap Ommany*) 56° 12′ N. gefangen. Und im Süden sind Pottwale an der Grenze des Packeises von Mc' Cormick unter 78° S. und von Kapitän Ross unter 63° S. und 72° S. gesehen worden.

Im Allgemeinen ist der Pottfisch in den südlichen Teilen des Atlantischen und des Stillen Ozeans häufiger, als in den nördlichen. Die offene Verbindung der südlichen Ozeane unter einander bietet vielleicht eine genügende Erklärung dafür.

Es ist erwiesen, dass der Pottwal, der in der Gewandtheit seiner Bewegungen alle übrigen Wale übertrifft und scheinbar ohne Muskelthätigkeit mit grosser Geschwindigkeit sich fortbewegt, ungeheure Strecken im Ozean zurücklegt. Wale, die an der japanischen Küste harpuniert waren, sind an der chilenischen wiedergefunden worden. Einer, der an

*) Marine Mammals, p. 77.

der Küste von Peru harpuniert worden war, wurde bald darauf im Westen der Vereinigten Staaten erlegt.

Der Pottwal liebt den tiefen Ozean; dem Lande nähert er sich daher nur an Steilküsten. Zeitweilig trifft man ihn aber doch auf Tiefen von nur 300 m und selbst auf solchen von 120—150 m, z. B. vor der San Bartolome-Bai, Kalifornien, oder bei Point Abraojos an derselben Küste, oder zwischen diesen beiden Punkten bei der Asuncion-Insel.

Pottwalfischerei ist im ganzen Stillen Ozean betrieben worden, in der Nähe der Festländer und der Inseln, die zum Teil als Stützpunkte für die Walfischflotten dienten, wie im offenen Weltmeere. Daher ist denn auch die Verbreitung des Physeter macrocephalus genauer bekannt, als die der meisten anderen Wale. Leider geben aber die folgenden Angaben, wie die Karte, nur ein Bild des Vergangenen, wenigstens soweit es die Häufigkeit unseres Wales anlangt: Der Spermwal wird zwar überall noch angetroffen, nirgends aber mehr in so grossen Scharen, wie vor 50 Jahren.

An der amerikanischen Seite des Stillen Weltmeeres fischte man an den Küsten von Oregon, Ober- und Unterkalifornien; vor Südamerika von der Nordgrenze von Peru bis zum Kap Horn und südlich von diesem. Ein breiter Gürtel nördlich und südlich vom Äquator und hier besonders ein Streif vom 5° bis 10° S und 90° bis 120° W., sowie vom 150° bis 160° W. bezeichnet ein Gebiet reichlicheren Vorkommens des Pottwals. In diesem Gürtel sind dann noch die Umgebungen der folgenden Inselgruppen hervorzuheben: Marquesas-Inseln, Gesellschafts-Inseln, Samoa-Inseln, Fidji-Inseln, Gilbert-Inseln, Marschall-Inseln.

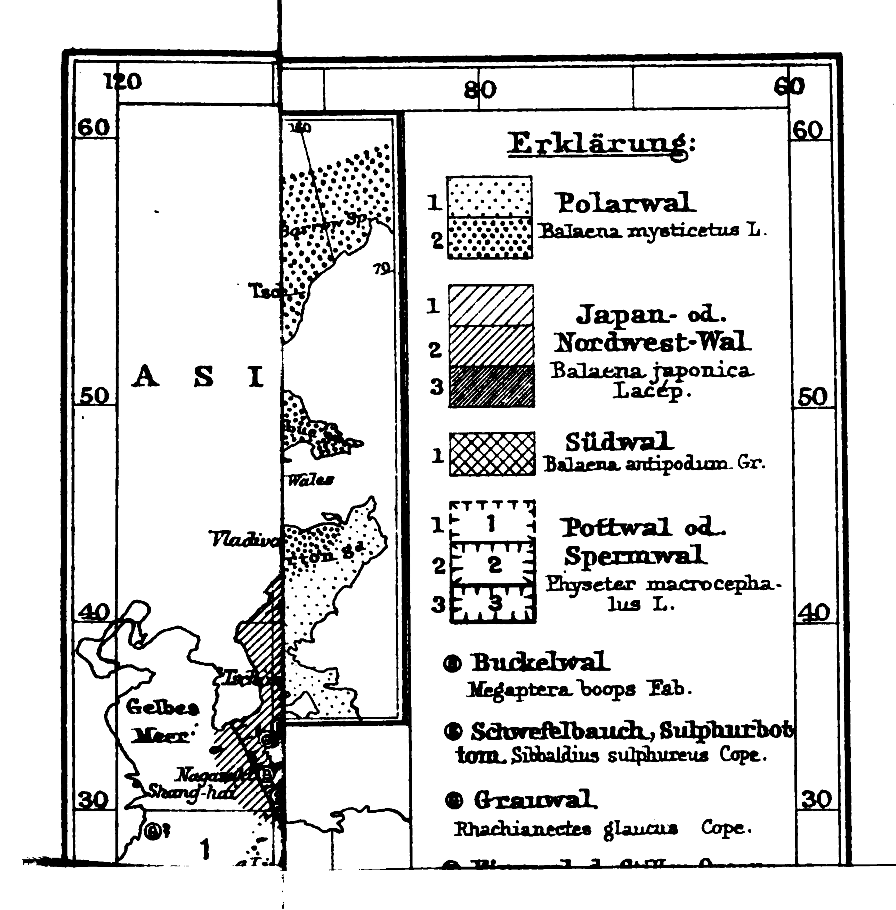
Die Umgebung von Neuseeland bot den Fängern reichen Ertrag, gerade so, wie das Meer südlich und östlich von Australien und wie der »Mittel-Grund«, 38°—48° S. und 154°—162° O. zwischen Australien und Neuseeland. Hier war das Meer einst reich an Pottwalen, wie an Südwalen, und noch neuerdings sind hier von Tasmanien aus elf Schiffe thätig gewesen. Man fischte vom Oktober bis März und rückte zugleich mit den Walfischen von Norden nach Süden vor.

Finsch erwähnt die Fischerei auf Spermwale bei Kaiser Wilhelms-Land. Die Sulu-See und das Meer um Japan weit nach Osten hinaus bis zu den Sandwich-Inseln waren reich an diesen Tieren. Schon Kaempfer*) hat 1680—82 den Pottfisch als Ambrawal, Makkökújira, in Japan kennen gelernt.

Ich bin bei den vorstehenden Angaben insbesondere Maury's Whale Chart, van Beneden, Scammon und Jouan gefolgt, sowie den mir gütigst gemachten, dankenswerten Mitteilungen des Herrn G. Brown Goode, Assistant-Secretary of the Smithsonian Institution, Washington.

Die höchste Blüte der Pottwalfischerei fällt in das Jahr 1837. Der Weg in den damals vorzugsweise von Massachusetts aus besuchten Stillen Ozean ging entweder um's Kap Horn, oder auf der westlichen Route südlich von Neu-Holland oder Van-Diemensland. Andere Schiffe kreuzten zunächst im Indischen Ozean bei Madagaskar und vor dem Roten Meer, und verfolgten dann erst ihren Weg weiter nach Osten.

*) Möbius a. a. O., p. 18.



Erklärung:
Polarwal
Balaena mysticetus L.
Japan- od. Nordwest-Wal
Balaena japonica Lacép.
Südwal
Balaena antipodum Gr.
Pottwal od. Spermwal
Physeter macrocephalus L.
Buckelwal
Megaptera boops Fab.
Schwefelbauch, Sulphurbottom. Sibbaldius sulphureus Cope.
Grauwal
Rhachianectes glaucus Cope.
A S I
Gelbes Meer
Vladivo
Shang-hai
Wales

Ein Beitrag zur Museumstechnik.

Von

Dr. Max v. Brunn.

Mit 1 Lichtdrucktafel.

Ein Beitrag zur Museumstechnik.

Von

Dr. Max v. Brunn.

Mit 1 Lichtdrucktafel.

Die zoologischen Museen machen beständig Fortschritte in der Erreichung eines ihrer wesentlichen Ziele, desjenigen, öffentliche Schausammlungen zu bieten, welche den Beschauer durch lebensvolle Darstellungen der Tierwelt mit deren natürlicher Erscheinung bekannt machen. Die durch ungenügende Konservierungsmethoden ihres naturgemässen Aussehens mehr oder weniger beraubten Tiergestalten werden allmählich durch wohlgelungenes Material ersetzt, so dass an die Fantasie immer geringere Zumutungen gestellt zu werden brauchen.

Das für diesen Zweck so überaus wichtige Problem der dauernden Erhaltung oder Wiederherstellung in Alkohol vergänglicher natürlicher Farben jedoch harrt noch immer seiner völlig befriedigenden Lösung. Gerade von der ansprechenden Färbung aber hängt der Eindruck vieler Tierformen aufs Auge und durch dessen Vermittelung auf das Verständnis des Beschauers in erster Linie mit ab. Jeder Schritt der wirklichen Annäherung an jenes Ziel wird daher als eine Förderung der Aufgaben unserer Museen zu bezeichnen sein. Es wird dabei nicht unbedingt darauf ankommen, dem vorzuführenden Tiere seine ursprüngliche Naturfärbung als solche zu erhalten oder wiederzugeben. Gelingt es vielmehr, diese auf irgend eine Weise an dem Objekte selbst lebenswahr zur Anschauung zu bringen, nachdem sie durch die aus sonstigen Gründen gebotene Konservierungsart verloren gegangen ist, so darf dies ausreichend erscheinen. Handelt es sich doch für Schauzwecke zunächst nur darum, das Tier möglichst so vorzuführen, wie es in der Natur wirklich aussieht; das Mittel dazu kann wenig in Frage kommen. Absolute Naturtreue des einzelnen Stückes zu erreichen, wird in den meisten Fällen der gedachten Art ebenso unmöglich sein, wie es für den beabsichtigten Erfolg nicht durchaus erforderlich erscheinen kann. Sind doch auch in der Natur die Individuen derselben Art nicht nach der Schablone gemacht, sondern nicht weniger in der Färbung wie in den meisten übrigen Eigenschaften innerhalb gewisser Grenzen wesentlich von einander abweichend.

Nach diesen und ähnlichen Gesichtspunkten beurteilt, dürfte der im Folgenden dargestellte Versuch eine gerechte Würdigung finden. Derselbe ist weit davon entfernt, eine allgemeine Lösung des oben bezeichneten Problemes in Aussicht zu stellen. Solches

wird vielmehr Konservierungsflüssigkeiten vorbehalten bleiben, welche, wie die neuerlich in den Vordergrund getretene und gewiss mit Recht viel beachtete Wiese'sche Flüssigkeit, durch chemische Wirkung die Erhaltung der Naturfarben vielleicht zu gewährleisten geeignet erscheinen können.

Vor der Eröffnung des neuen Naturhistorischen Museums in Hamburg im Jahre 1891 beschäftigte mich der Wunsch lebhaft, dass in den Schausammlungen der heimischen Tierwelt auch die Süsswasserfische recht naturwahr erscheinen möchten. Die mir bis dahin bekannten Konservierungsmethoden gewährten die Aussicht hierzu nicht, sodass ich auf ein neues Verfahren sann. Namentlich erschien es mir notwendig, dass die Fische nicht »auf dem Trocknen« sässen, wie dies beim Einbalsamierungsverfahren, Ausstopfen etc. der Fall ist, noch auch in hohen Standgläsern auf dem Kopfe bezw. Schwanze ständen, sondern dass sie sich in einem ihr natürliches Lebenselement, das Wasser, darstellenden Medium und zwar in horizontaler Haltung befänden, somit anscheinend im Wasser schwämmen. Dies war durch längliche Kastengläser und Alkohol zu erreichen. Dann aber fehlte ihnen zu einem natürlichen Aussehen noch die Färbung. Nur durch Anmalen war hier zu helfen — ein entsprechender Versuch mit Aquarellfarben führte zu befriedigendem Erfolge! Das gleichmässig günstige Urteil von Laien und Fachgenossen hat dies seitdem bestätigt, sodass ich mir erlauben zu dürfen glaube, diese Methode der Nachahmung zu empfehlen.

Sie besteht darin, den mit entfalteten Flossen in Alkohol gut konservierten, aber dadurch seiner Färbung beraubten Fisch auf der einen Seite mit Aquarellfarben möglichst natürlich anzumalen und ihn so an der inneren Rückwand eines seiner Grösse entsprechenden, später mit Alkohol zu füllenden, länglichen Kastenglases mittels Gelatine horizontal zu befestigen.

In wohlgelungenen Fällen sieht der so aufgestellte Fisch, für den Laien wenigstens, recht annähernd wie ein vor dem Beschauer ruhig im Wasser stehender lebendiger aus (cfr. die Lichtdrucktafel *)). Dieser Eindruck wird besonders auch durch das natürlich aussehende Auge erweckt, welches sonst durch seine störende, weisse Trübung den Alkoholobjekten gerade vor Allem ihre tote Erscheinung giebt. —

Die aufgetragenen Farben bleiben im Alkohol dauernd haften und, bei richtiger Auswahl, unverändert, wie sich durch vierjährige Erfahrung ergeben hat. Ein derartig einmal fertiggestellter Fisch bedarf also für absehbare Zeit keines Ersatzes.

Dürfte sich dieses Verfahren somit im Allgemeinen empfehlen, so stehen seiner Durchführung doch einige nicht unwesentliche Schwierigkeiten entgegen. Zunächst wird es in einzelnen Fällen — ich denke hierbei immer nur an Fische — wohl doch versagen, wo es sich nämlich um derartig glanzvolle Formen wie Goldfische handelt; es bleibt

*) Dieselbe ist infolge technischer Schwierigkeiten beim Photographieren — Spiegelung, Alkohol, Aufstellung des Apparates — nur mässig ausgefallen, wird aber doch eine genügende Vorstellung der Gesamtwirkung ermöglichen.

jedoch einer sorgfältigen Erprobung vorbehalten, festzustellen, wie weit man auch hier damit gelangen kann. Gerade für solche Fälle scheint die oben bereits erwähnte Wiese'sche Flüssigkeit gute Erfolge zu versprechen; ein in dieser bereits seit zwei Jahren aufbewahrter grosser Goldfisch hat bisher nichts von seiner wunderbaren Glanz- und Farbenpracht verloren. Ferner aber stellt jene Methode ziemlich hohe Anforderungen an Arbeitszeit und Geldmittel. Letztere werden durch die zu verwendenden viereckigen »Kastengläser« erheblich stärker als von den sonst üblichen Gläsern in Anspruch genommen. Wo es sich aber, wie bei der einheimischen Fischfauna, um verhältnismässig nur wenige Schaustücke von bedeutender Grösse handelt, dürften jene Übelstände keine zu grosse Rolle spielen. Wesentlicher hingegen ist es, dass die technische Möglichkeit, für einen statthaften Preis ausreichend grosse Gläser herzustellen, ziemlich enge Grenzen hat. Die grössten für das hiesige Museum geblasenen derartigen Gläser sind 70 cm. lang, bei einem Preise von 24 ℳ. das Stück. Hierdurch ist es gegeben, dass von den grössten Fischarten, wie Lachs, Wels, Stör etc. nur kleinere Exemplare in der gedachten Weise werden aufgestellt werden können; immerhin dürften jene auch durch solche genügend vertreten sein. Hervorragend grosse Stücke derselben kann man ja daneben ausgestopft vorführen. Übrigens käme dafür auch die Anwendung aus Glastafeln zusammengekitteter Behälter in Frage, wobei die Grösse geringere Beschränkung auferlegen würde. — Endlich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass der Transport so aufgestellter Fische, etwa zu Ausstellungszwecken am andern Orte, der Haltbarkeit des Verschlusses der Gläser wegen nicht wohl oder doch nur bei solchen geringer Grösse angängig ist; bei grösseren müsste die Befestigung des Fisches im Glase erst an Ort und Stelle selbst geschehen, was wiederum die Anwesenheit einer geeigneten Kraft voraussetzen würde. —

Die Aufgabe, einen der gedachten Fische in der oben skizzierten Art fertig aufzustellen, lässt sich in folgende drei Teile gliedern: 1. Beschaffung und Konservierung; 2. Bemalung; 3. Aufstellung im Glase. — Ich erlaube mir, für jeden derselben meine bisherigen Erfahrungen hier wiederzugeben:

1. Da der Fisch in schwimmender Stellung in einem parallel-wandigen Glase sich darstellen soll, sodass seine volle Körpergestalt unbeengt zur Anschauung gelangt, so muss er möglichst tadellos konserviert sein, darf nicht geschrumpft, gedrückt oder verletzt erscheinen; er muss ferner eine möglichst normale Grösse und Körperbildung besitzen. Darum wird älteres Spiritusmaterial meist nicht verwendet werden können, sondern ein frisches Exemplar eigens konserviert werden müssen. Man verschaffe sich ein solches womöglich zur Zeit der schönsten Ausfärbung der Art, achte auf ausreichende Grösse, guten Wuchs und recht fehlerfreie Erhaltung der einzelnen Körperteile und namentlich der Beschuppung. Beschädigungen der letzteren lassen sich nicht wieder gut machen und können den vorteilhaften Eindruck sehr stören; verletzte, selbst ziemlich stark beschädigte Flossen hingegen lassen sich recht befriedigend ausbessern. Es genügt, wenn die eine Körperseite diesen Bedingungen entspricht, da die andere nicht zur Ansicht gelangt. Der Gleichmässigkeit der Gesamtaufstellung wegen suche man bei allen Fischen dieselbe Körperseite dem Beschauer zuzuwenden, da es, meinem Geschmacke nach

wenigstens, keinen so guten Eindruck macht, wenn der eine Fisch nach rechts, der andere nach links gerichtet ist.

Infolge aller dieser Anforderungen gelingt es allerdings meist nicht ganz leicht, ein völlig geeignetes Stück zu finden, selbst wenn reiche Auswahl vorhanden ist. Unter Hunderten lebender Karpfen beim Fischhändler in der Stadt z. B. finden sich nur recht wenige, welche nicht durch häufiges Umsetzen in andere Behälter seit ihrem Fange entweder am Maule, an Flossen oder Schuppen ziemlich stark gelitten hätten. Anders natürlich, wenn man direkt am Fangorte seine Wahl treffen kann. — Um dem Fische die richtige natürliche Färbung wiedergeben zu können, suche man ihn sich lebend zu verschaffen und persönlich jene an ihm zu studieren. Ihn später nach kolorierten Abbildungen oder Beschreibungen anzumalen, ist entschieden weniger ratsam.

Man stelle den lebendigen Fisch in einem grossen Kastenglase vor sich auf und mache sich nun rohe Skizzen und Aufzeichnungen über Zeichnung und Färbung der einzelnen Körperteile. Beim Auge ist besonders Form und Grösse der Pupille genau zu beachten. Hierauf setze man ihn in ganz schwachen, höchstens wohl 10 % Alkohol, worin er rasch abstirbt. Nach ca. 1/2 Stunde streiche man die vorher schleimige inzwischen etwas erhärtete Oberflächenschicht mit Hand und Bürste sorgfältig vom ganzen Körper ab, sodass dieser vollkommen sauber und blank ist. Bei Neunaugen macht dies zuweilen einige Schwierigkeiten. Hierauf lege man ihn glatt, bezw. mit Unterstützug des hinteren Körperteiles, in ein flaches Gefäss, dessen Boden mit Wachs, weichem Holz oder Ähnlichem belegt ist, fülle etwas stärkeren Alkohol auf und spanne nun mit Insektennadeln die Flossen zu ihrer natürlichen Entfaltung aus. Sind dieselben eingerissen, was meist mehr oder weniger der Fall sein wird, so hefte man die Rissränder an einer oder zwei Stellen mit, später wieder zu entfernendem, feinem Faden oder Silberdraht zusammen oder füge sie mittels in den Boden des Gefässes gesteckter Nadeln dicht aneinander. Die Brustflosse der hinteren*) Körperseite bleibt ungespannt, die der vorderen richte man durch eine in die Wurzelgrube der Flosse eingestochene Nadel auf, ähnlich die vordere Bauchflosse, falls die Nadeln nicht lang genug sind, um damit nach Durchstechung der Flosse den Boden des Gefässes zu erreichen. Nachdem der Fisch so die beabsichtigte Körperhaltung angenommen hat, lasse man ihn durch allmähliche Verstärkung des Alkohols erhärten. Die Härtungsdauer richtet sich natürlich nach der Grösse des Fisches, bei grösseren, von etwa 2 Pfund Schwere an, sollte sie sich bis zur Anwendung von 75 % Alkohol auf ca. 6 Tage erstrecken; sichere Feststellungen hierüber habe ich nicht gemacht. In völlig gelungenen Fällen ist die Körpergestalt kaum bemerkbar verändert, auch das Auge füllt seine Höhle ganz wie am frischen Tiere aus. Da der Bauch übrigens leicht etwas einsinkt, so thut man bei grösseren Fischen gut, nach dem Abtöten durch den After starken Alkohol zu injizieren und mit einem Wattepfropf abzuschliessen. Vorher durchsteche man mittels feinen Skalpells den Darm und event. auch die innere Leibesmuskulatur, damit der injizierte Alkohol sowohl die Leibeshöhle anfülle, als auch leichter

*) Der Bezeichnung »vordere, hintere, Rück-»Seite des Fisches bediene ich mich im Folgenden des Lageverhältnisses desselben zum Beschauer wegen.

in die Fleischmasse eindringe. Äusserlich verletze man den Körper zwecks rascheren Eindringens des Alkohols nicht, da an den betreffenden Stellen die zum Bemalen nötige Trockenheit später kaum eintreten dürfte. Auch auf der Rückseite vermeide man der späteren Befestigung mit Gelatine am Glase wegen eine Verletzung. — Sollte der Bauch übrigens doch in störendem Masse einsinken, so kann man seine Rundung nachträglich durch Ausstopfen mit Watte wiederherstellen.

Um den Stint (Osmerus eperlanus L.) gut konserviert zu erhalten, habe ich eine Vorbehandlung mit Sublimat anwenden müssen; bei unmittelbarer Anwendung von Alkohol schrumpfte er stets sehr beträchtlich zusammen.

2. Das Bemalen des durch den Alkohol entfärbten Fisches. — Hierzu habe ich Aquarell-Deckfarben (Gouache) benutzt, gelegentlich auch etwas Lasurfarben. Einige Arten derselben sind jedoch zu vermeiden, in erster Linie bleihaltige, wie Bleiweiss und Chromgelb. Infolge chemischer Prozesse nämlich wird der Alkohol, in welchem ein Fisch längere Zeit aufgestellt ist, allmählich etwas angesäuert und unter gleichzeitiger Einwirkung des sich im Fische durch Zersetzung bildenden Schwefelwasserstoffes werden zur Verwendung gelangte Bleifarben dunkel bis schwarz gefärbt. So ist es mir in mehreren Fällen ergangen, dass der anfänglich schön weisse Bauch von Fischen schliesslich ganz geschwärzt erschien. Die chemische Untersuchung des betreffenden Alkohols ergab einen Gehalt von 0,034 % freier Säure (als Essigsäure berechnet), 0,348 gr. pro Liter Alkohol. Ebenso dunkeln unter den angeführten Verhältnissen die sonst sehr widerstandsfähig erscheinenden Silber- und Messingbroncen. Angestellte Versuche mit Schwefelwasserstoffwasser ergaben darin eine grosse Beständigkeit derselben; sie veränderten sich aber sofort, sobald eine Spur von Säuren hinzutrat. Unverändert blieb Aluminiumbronce, selbst bei beträchtlichem Zusatz von Säuren.

Man verwende daher an Stelle jener Arten von Farben: Permanentweiss (schwefelsaurer Baryt), Zinkweiss (Zinkoxyd), Aluminiumbronce und reine Goldbronce. Zum Gebrauch werden dieselben mit etwas flüssigem Gummi arabicum angerieben.

Das Verfahren beim Anmalen ist Folgendes: Der gehärtete Fisch wird in ein trockenes flaches Gefäss oder auf eine andere geeignete Unterlage, welcher das Befeuchten mit Alkohol nicht schadet, gelegt. Da man am besten thun wird, zuerst Kopf und Rumpf zu malen, so bedecke man währenddessen die Flossen mit durch Alkohol beständig feucht zu erhaltendem Fliespapier oder lege solches den Flossen von unten an; ebenso halte man das Auge vor und nach dem Bemalen beständig feucht. Sonst trocknen diese Teile leicht zu stark aus und schrumpfen. Erscheint nach einigen Minuten der Körper genügend abgetrocknet, so kann man mit dem Bemalen beginnen, was nun bei einiger Übung auch ohne besondere Kunstfertigkeit meist recht gut gelingt. So gut und vollkommen wie etwa auf Papier lässt sich die Farbe allerdings nicht auftragen, doch aber in ausreichendem Masse, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Am leichtesten gelingt es bei kleinschuppigen Fischen, z. B. bei der Schleie, indess auch bei allen anderen führt Geduld und Übung zum Ziele. Sehr verzögert wird das Malen dadurch, dass man die bemalten Teile gelegentlich mit Alkohol befeuchten muss, um die Wirkung der Farben

zu beobachten und eventuell den Ton derselben zu ändern, da es oft nicht leicht ist, diesen sogleich befriedigend zu treffen. — Manche Stellen wollen die Farbe zuweilen nicht recht annehmen, wohl infolge von Fettausscheidungen oder Ähnlichem, wie z. B. der Kiemendeckel, manche Schuppen und Flossenstrahlen. Hier würde man durch eine gewisse Vorbehandlung vielleicht helfen können. Ich habe versucht, solche Stellen mit Benzin zu reinigen oder sie mit Photoxylin zu überziehen. Am besten wäre wohl ein Überzug von »Ox-gall«, welcher beim Malen auf Glas etc. zur Verwendung gelangt. — Wider Erwarten gut gelingt das Malen des Auges! Die Pupille färbe man tief blauschwarz und umziehe sie mit einem in der Iris verlaufenden feinen goldigen Ringe; letzterer kann man alle Feinheiten des natürlichen Aussehens wiedergeben, silbernen bezw. goldigen Glanz, rote Ringe und Flecken, schwarze Streifen und Punkte etc. Sobald die Farbe trocken erscheint, muss das Auge wieder mit Alkohol beträufelt werden, da die Pupille sonst leicht einsinkt. Übrigens thut es nicht viel, wenn letzteres selbst ein wenig geschieht, da es später im Alkohol kaum zu bemerken ist.

Die Flossen müssen vor dem Bemalen, falls sie beschädigt sind, ausgebessert werden, was man durch Unterkleben entsprechend grosser Stückchen Seidenpapier mit einer dünnen Lösung Gelatine erreicht. Die betreffende Stelle muss jedoch vorher gut getrocknet werden.

3. Das Befestigen des Fisches im Glase. Die im hiesigen Museum hierzu verwendeten Gläser sind geblasene längliche Kastengläser mit parallelen Wandungen. Dieselben sind in drei besonderen Grössen von der Glasfabrik von Gundlach & Müller in Altona-Ottensen eigens hergestellt worden und haben sich gut bewährt. Ihre Massverhältnisse und Preise (5 % Rabatt) sind folgende:

1.	35 cm Länge,	20 cm Höhe,	9 cm Tiefe	ℳ 8,—
2.	50 » »	25 » »	11 » »	» 11,—
3.	70 » »	30 » »	14 » »	» 24,—

Geschlossen werden sie mit ca. 3 mm starken, an den Rändern entsprechend der Dicke der Kastenglaswandung matt geschliffenen Spiegelglasplatten, welche, mit Gelatine sorgfältig befestigt, fest und dicht schliessen. — Um den Fisch in seinem Glase horizontal zu befestigen, lege man ihn zunächst auf dessen Breitseite oben auf und orientiere ihn so, wie er innen angebracht werden soll. Da der hintere Körperteil bei grösseren Stücken der Glaswand nicht glatt anliegen darf, um sich zu dem wesentlich dickeren Vorderteile in richtiger Lage zu befinden, so lege man ihm an einer passenden Stelle, etwa in der Höhe der Afterflosse, ein mässig grosses Stück Kork oder Ähnl. von entsprechender Dicke unter. Darauf bezeichne man mit Tusche an der inneren Rückwand des Glases die betreffenden Stellen, wo der Fisch zu befestigen ist, klebe zunächst das Korkstück, das vorher rings mit flüssiger Gelatine eingehüllt ist, mit solcher an seinem Platze fest, trage an der vorher bezeichneten Stelle, an welcher Kopf und Vorderteil des Körpers dem Glase anliegen soll, eine ziemlich ansehnliche Schicht heisser zähflüssiger Gelatine auf, ebenso oben auf den Kork, und lege nun den auf der unbemalten Seite vorher gut abgetrockneten Fisch in der richtigen Lage in das Glas hinein. Bald ist die

Gelatine, welche ihn halten soll, genügend erstarrt, um das Zufüllen von Alkohol in das anfänglich geneigt zu haltende Glas zu gestatten. Vorsichtshalber kann man die Gelatine an den zugänglichen Stellen mit einem heissen Messer noch einmal erwärmen, damit sie an Fisch und Glas um so sicherer hafte. Selbst ein 8 Pfund schwerer Lachs hat, derartig befestigt, seine Lage unverändert beibehalten. Der Beschauer sieht von dieser Befestigungsweise nichts. —

Während ich im Vorstehenden nur das Bemalen von Fischen besprochen habe, möchte ich hier noch darauf hinweisen, dass natürlich auch andere in Alkohol aufzubewahrende Objekte derartig behandelt werden können — Reptilien, Amphibien, geeignete wirbellose Tiere, anatomische Präparate, Pflanzen etc. Ich empfehle als zu einer ersten Probe sehr geeignet den Laubfrosch, welcher sonst in Alkohol eine wenig glückliche Rolle als Schauobjekt spielt. Gewisse Objekte, welche, wie z. B. Spongilla, eine gleichmässige Färbung haben sollen und das vorübergehende Einlegen in Wasser vertragen, kann man in eine wässerige Lösung der Farbe bringen, in welcher sie sich rasch hinreichend damit imprägnieren.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, den Herren Fischhändlern hierselbst, welche mich bei Beschaffung besonders geeigneter Fische in liebenswürdigster Weise unterstützt haben, meinen lebhaften Dank auszusprechen. Der Lage ihrer Handlungsräume in der Nähe des Museums wegen nahm ich hauptsächlich die Güte der Herren Heinr. Mangels, D. H. Vorrath und J. Kröger in Anspruch. Auch der grossen Gefälligkeit des Elbfischers Herrn Nic. Six sei in gleichem Sinne gedacht.

Ein Beitrag zur Museumstechnik.

Von

Dr. Max v. Brunn.

Mit 1 Lichtdrucktafel.

Ein Beitrag zur Museumstechnik.

Von

Dr. Max v. Brunn.

Mit 1 Lichtdrucktafel.

Die zoologischen Museen machen beständig Fortschritte in der Erreichung eines ihrer wesentlichen Ziele, desjenigen, öffentliche Schausammlungen zu bieten, welche den Beschauer durch lebensvolle Darstellungen der Tierwelt mit deren natürlicher Erscheinung bekannt machen. Die durch ungenügende Konservierungsmethoden ihres naturgemässen Aussehens mehr oder weniger beraubten Tiergestalten werden allmählich durch wohlgelungenes Material ersetzt, so dass an die Fantasie immer geringere Zumutungen gestellt zu werden brauchen.

Das für diesen Zweck so überaus wichtige Problem der dauernden Erhaltung oder Wiederherstellung in Alkohol vergänglicher natürlicher Farben jedoch harrt noch immer seiner völlig befriedigenden Lösung. Gerade von der ansprechenden Färbung aber hängt der Eindruck vieler Tierformen aufs Auge und durch dessen Vermittelung auf das Verständnis des Beschauers in erster Linie mit ab. Jeder Schritt der wirklichen Annäherung an jenes Ziel wird daher als eine Förderung der Aufgaben unserer Museen zu bezeichnen sein. Es wird dabei nicht unbedingt darauf ankommen, dem vorzuführenden Tiere seine ursprüngliche Naturfärbung als solche zu erhalten oder wiederzugeben. Gelingt es vielmehr, diese auf irgend eine Weise an dem Objekte selbst lebenswahr zur Anschauung zu bringen, nachdem sie durch die aus sonstigen Gründen gebotene Konservierungsart verloren gegangen ist, so darf dies ausreichend erscheinen. Handelt es sich doch für Schauzwecke zunächst nur darum, das Tier möglichst so vorzuführen, wie es in der Natur wirklich aussieht; das Mittel dazu kann wenig in Frage kommen. Absolute Naturtreue des einzelnen Stückes zu erreichen, wird in den meisten Fällen der gedachten Art ebenso unmöglich sein, wie es für den beabsichtigten Erfolg nicht durchaus erforderlich erscheinen kann. Sind doch auch in der Natur die Individuen derselben Art nicht nach der Schablone gemacht, sondern nicht weniger in der Färbung wie in den meisten übrigen Eigenschaften innerhalb gewisser Grenzen wesentlich von einander abweichend.

Nach diesen und ähnlichen Gesichtspunkten beurteilt, dürfte der im Folgenden dargestellte Versuch eine gerechte Würdigung finden. Derselbe ist weit davon entfernt, eine allgemeine Lösung des oben bezeichneten Problemes in Aussicht zu stellen. Solches

20

wird vielmehr Konservierungsflüssigkeiten vorbehalten bleiben, welche, wie die neuerlich in den Vordergrund getretene und gewiss mit Recht viel beachtete Wiese'sche Flüssigkeit, durch chemische Wirkung die Erhaltung der Naturfarben vielleicht zu gewährleisten geeignet erscheinen können.

Vor der Eröffnung des neuen Naturhistorischen Museums in Hamburg im Jahre 1891 beschäftigte mich der Wunsch lebhaft, dass in den Schausammlungen der heimischen Tierwelt auch die Süsswasserfische recht naturwahr erscheinen möchten. Die mir bis dahin bekannten Konservierungsmethoden gewährten die Aussicht hierzu nicht, sodass ich auf ein neues Verfahren sann. Namentlich erschien es mir notwendig, dass die Fische nicht »auf dem Trocknen« sässen, wie dies beim Einbalsamierungsverfahren, Ausstopfen etc. der Fall ist, noch auch in hohen Standgläsern auf dem Kopfe bezw. Schwanze ständen, sondern dass sie sich in einem ihr natürliches Lebenselement, das Wasser, darstellenden Medium und zwar in horizontaler Haltung befänden, somit anscheinend im Wasser schwämmen. Dies war durch längliche Kastengläser und Alkohol zu erreichen. Dann aber fehlte ihnen zu einem natürlichen Aussehen noch die Färbung. Nur durch Anmalen war hier zu helfen — ein entsprechender Versuch mit Aquarellfarben führte zu befriedigendem Erfolge! Das gleichmässig günstige Urteil von Laien und Fachgenossen hat dies seitdem bestätigt, sodass ich mir erlauben zu dürfen glaube, diese Methode der Nachahmung zu empfehlen.

Sie besteht darin, den mit entfalteten Flossen in Alkohol gut konservierten, aber dadurch seiner Färbung beraubten Fisch auf der einen Seite mit Aquarellfarben möglichst natürlich anzumalen und ihn so an der inneren Rückwand eines seiner Grösse entsprechenden, später mit Alkohol zu füllenden, länglichen Kastenglases mittels Gelatine horizontal zu befestigen.

In wohlgelungenen Fällen sieht der so aufgestellte Fisch, für den Laien wenigstens, recht annähernd wie ein vor dem Beschauer ruhig im Wasser stehender lebendiger aus (cfr. die Lichtdrucktafel*)). Dieser Eindruck wird besonders auch durch das natürlich aussehende Auge erweckt, welches sonst durch seine störende, weisse Trübung den Alkoholobjekten gerade vor Allem ihre tote Erscheinung giebt. —

Die aufgetragenen Farben bleiben im Alkohol dauernd haften und, bei richtiger Auswahl, unverändert, wie sich durch vierjährige Erfahrung ergeben hat. Ein derartig einmal fertiggestellter Fisch bedarf also für absehbare Zeit keines Ersatzes.

Dürfte sich dieses Verfahren somit im Allgemeinen empfehlen, so stehen seiner Durchführung doch einige nicht unwesentliche Schwierigkeiten entgegen. Zunächst wird es in einzelnen Fällen — ich denke hierbei immer nur an Fische — wohl doch versagen, wo es sich nämlich um derartig glanzvolle Formen wie Goldfische handelt; es bleibt

*) Dieselbe ist infolge technischer Schwierigkeiten beim Photographieren — Spiegelung, Alkohol, Aufstellung des Apparates — nur mässig ausgefallen, wird aber doch eine genügende Vorstellung der Gesamtwirkung ermöglichen.

jedoch einer sorgfältigen Erprobung vorbehalten, festzustellen, wie weit man auch hier damit gelangen kann. Gerade für solche Fälle scheint die oben bereits erwähnte Wiese'sche Flüssigkeit gute Erfolge zu versprechen; ein in dieser bereits seit zwei Jahren aufbewahrter grosser Goldfisch hat bisher nichts von seiner wunderbaren Glanz- und Farbenpracht verloren. Ferner aber stellt jene Methode ziemlich hohe Anforderungen an Arbeitszeit und Geldmittel. Letztere werden durch die zu verwendenden viereckigen »Kastengläser« erheblich stärker als von den sonst üblichen Gläsern in Anspruch genommen. Wo es sich aber, wie bei der einheimischen Fischfauna, um verhältnismässig nur wenige Schaustücke von bedeutender Grösse handelt, dürften jene Übelstände keine zu grosse Rolle spielen. Wesentlicher hingegen ist es, dass die technische Möglichkeit, für einen statthaften Preis ausreichend grosse Gläser herzustellen, ziemlich enge Grenzen hat. Die grössten für das hiesige Museum geblasenen derartigen Gläser sind 70 cm. lang, bei einem Preise von 24 ℳ. das Stück. Hierdurch ist es gegeben, dass von den grössten Fischarten, wie Lachs, Wels, Stör etc. nur kleinere Exemplare in der gedachten Weise werden aufgestellt werden können; immerhin dürften jene auch durch solche genügend vertreten sein. Hervorragend grosse Stücke derselben kann man ja daneben ausgestopft vorführen. Übrigens käme dafür auch die Anwendung aus Glastafeln zusammengekitteter Behälter in Frage, wobei die Grösse geringere Beschränkung auferlegen würde. — Endlich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass der Transport so aufgestellter Fische, etwa zu Ausstellungszwecken am andern Orte, der Haltbarkeit des Verschlusses der Gläser wegen nicht wohl oder doch nur bei solchen geringer Grösse angängig ist; bei grösseren müsste die Befestigung des Fisches im Glase erst an Ort und Stelle selbst geschehen, was wiederum die Anwesenheit einer geeigneten Kraft voraussetzen würde. —

Die Aufgabe, einen der gedachten Fische in der oben skizzierten Art fertig aufzustellen, lässt sich in folgende drei Teile gliedern: 1. Beschaffung und Konservierung; 2. Bemalung; 3. Aufstellung im Glase. — Ich erlaube mir, für jeden derselben meine bisherigen Erfahrungen hier wiederzugeben:

1. Da der Fisch in schwimmender Stellung in einem parallel-wandigen Glase sich darstellen soll, sodass seine volle Körpergestalt unbeengt zur Anschauung gelangt, so muss er möglichst tadellos konserviert sein, darf nicht geschrumpft, gedrückt oder verletzt erscheinen; er muss ferner eine möglichst normale Grösse und Körperbildung besitzen. Darum wird älteres Spiritusmaterial meist nicht verwendet werden können, sondern ein frisches Exemplar eigens konserviert werden müssen. Man verschaffe sich ein solches womöglich zur Zeit der schönsten Ausfärbung der Art, achte auf ausreichende Grösse, guten Wuchs und recht fehlerfreie Erhaltung der einzelnen Körperteile und namentlich der Beschuppung. Beschädigungen der letzteren lassen sich nicht wieder gut machen und können den vorteilhaften Eindruck sehr stören; verletzte, selbst ziemlich stark beschädigte Flossen hingegen lassen sich recht befriedigend ausbessern. Es genügt, wenn die eine Körperseite diesen Bedingungen entspricht, da die andere nicht zur Ansicht gelangt. Der Gleichmässigkeit der Gesamtaufstellung wegen suche man bei allen Fischen dieselbe Körperseite dem Beschauer zuzuwenden, da es, meinem Geschmacke nach

wenigstens, keinen so guten Eindruck macht, wenn der eine Fisch nach rechts, der andere nach links gerichtet ist.

Infolge aller dieser Anforderungen gelingt es allerdings meist nicht ganz leicht, ein völlig geeignetes Stück zu finden, selbst wenn reiche Auswahl vorhanden ist. Unter Hunderten lebender Karpfen beim Fischhändler in der Stadt z. B. finden sich nur recht wenige, welche nicht durch häufiges Umsetzen in andere Behälter seit ihrem Fange entweder am Maule, an Flossen oder Schuppen ziemlich stark gelitten hatten. Anders natürlich, wenn man direkt am Fangorte seine Wahl treffen kann. — Um dem Fische die richtige natürliche Färbung wiedergeben zu können, suche man ihn sich lebend zu verschaffen und persönlich jene an ihm zu studieren. Ihn später nach kolorierten Abbildungen oder Beschreibungen anzumalen, ist entschieden weniger ratsam.

Man stelle den lebendigen Fisch in einem grossen Kastenglase vor sich auf und mache sich nun rohe Skizzen und Aufzeichnungen über Zeichnung und Färbung der einzelnen Körperteile. Beim Auge ist besonders Form und Grösse der Pupille genau zu beachten. Hierauf setze man ihn in ganz schwachen, höchstens wohl 10 % Alkohol, worin er rasch abstirbt. Nach ca. 1/2 Stunde streiche man die vorher schleimige inzwischen etwas erhärtete Oberflächenschicht mit Hand und Bürste sorgfältig vom ganzen Körper ab, sodass dieser vollkommen sauber und blank ist. Bei Neunaugen macht dies zuweilen einige Schwierigkeiten. Hierauf lege man ihn glatt, bezw. mit Unterstützug des hinteren Körperteiles, in ein flaches Gefäss, dessen Boden mit Wachs, weichem Holz oder Ähnlichem belegt ist, fülle etwas stärkeren Alkohol auf und spanne nun mit Insektennadeln die Flossen zu ihrer natürlichen Entfaltung aus. Sind dieselben eingerissen, was meist mehr oder weniger der Fall sein wird, so hefte man die Rissränder an einer oder zwei Stellen mit, später wieder zu entfernendem, feinem Faden oder Silberdraht zusammen oder füge sie mittels in den Boden des Gefässes gesteckter Nadeln dicht aneinander. Die Brustflosse der hinteren*) Körperseite bleibt ungespannt, die der vorderen richte man durch eine in die Wurzelgrube der Flosse eingestochene Nadel auf, ähnlich die vordere Bauchflosse, falls die Nadeln nicht lang genug sind, um damit nach Durchstechung der Flosse den Boden des Gefässes zu erreichen. Nachdem der Fisch so die beabsichtigte Körperhaltung angenommen hat, lasse man ihn durch allmähliche Verstärkung des Alkohols erhärten. Die Härtungsdauer richtet sich natürlich nach der Grösse des Fisches, bei grösseren, von etwa 2 Pfund Schwere an, sollte sie sich bis zur Anwendung von 75 % Alkohol auf ca. 6 Tage erstrecken; sichere Feststellungen hierüber habe ich nicht gemacht. In völlig gelungenen Fällen ist die Körpergestalt kaum bemerkbar verändert, auch das Auge füllt seine Höhle ganz wie am frischen Tiere aus. Da der Bauch übrigens leicht etwas einsinkt, so thut man bei grösseren Fischen gut, nach dem Abtöten durch den After starken Alkohol zu injizieren und mit einem Wattepfropf abzuschliessen. Vorher durchsteche man mittels feinen Skalpells den Darm und event. auch die innere Leibesmuskulatur, damit der injizierte Alkohol sowohl die Leibeshöhle anfülle, als auch leichter

*) Der Bezeichnung »vordere, hintere, Rück-«Seite des Fisches bediene ich mich im Folgenden des Lageverhältnisses desselben zum Beschauer wegen.

in die Fleischmasse eindringe. Äusserlich verletze man den Körper zwecks rascheren Eindringens des Alkohols nicht, da an den betreffenden Stellen die zum Bemalen nötige Trockenheit später kaum eintreten dürfte. Auch auf der Rückseite vermeide man der späteren Befestigung mit Gelatine am Glase wegen eine Verletzung. — Sollte der Bauch übrigens doch in störendem Masse einsinken, so kann man seine Rundung nachträglich durch Ausstopfen mit Watte wiederherstellen.

Um den Stint (Osmerus eperlanus L.) gut konserviert zu erhalten, habe ich eine Vorbehandlung mit Sublimat anwenden müssen; bei unmittelbarer Anwendung von Alkohol schrumpfte er stets sehr beträchtlich zusammen.

2. Das Bemalen des durch den Alkohol entfärbten Fisches. — Hierzu habe ich Aquarell-Deckfarben (Gouache) benutzt, gelegentlich auch etwas Lasurfarben. Einige Arten derselben sind jedoch zu vermeiden, in erster Linie bleihaltige, wie Bleiweiss und Chromgelb. Infolge chemischer Prozesse nämlich wird der Alkohol, in welchem ein Fisch längere Zeit aufgestellt ist, allmählich etwas angesäuert und unter gleichzeitiger Einwirkung des sich im Fische durch Zersetzung bildenden Schwefelwasserstoffes werden zur Verwendung gelangte Bleifarben dunkel bis schwarz gefärbt. So ist es mir in mehreren Fällen ergangen, dass der anfänglich schön weisse Bauch von Fischen schliesslich ganz geschwärzt erschien. Die chemische Untersuchung des betreffenden Alkohols ergab einen Gehalt von 0,034 % freier Säure (als Essigsäure berechnet), 0,348 gr. pro Liter Alkohol. Ebenso dunkeln unter den angeführten Verhältnissen die sonst sehr widerstandsfähig erscheinenden Silber- und Messingbroncen. Angestellte Versuche mit Schwefelwasserstoffwasser ergaben darin eine grosse Beständigkeit derselben; sie veränderten sich aber sofort, sobald eine Spur von Säuren hinzutrat. Unverändert blieb Aluminiumbronce, selbst bei beträchtlichem Zusatz von Säuren.

Man verwende daher an Stelle jener Arten von Farben: Permanentweiss (schwefelsaurer Baryt), Zinkweiss (Zinkoxyd), Aluminiumbronce und reine Goldbronce. Zum Gebrauch werden dieselben mit etwas flüssigem Gummi arabicum angerieben.

Das Verfahren beim Anmalen ist Folgendes: Der gehärtete Fisch wird in ein trockenes flaches Gefäss oder auf eine andere geeignete Unterlage, welcher das Befeuchten mit Alkohol nicht schadet, gelegt. Da man am besten thun wird, zuerst Kopf und Rumpf zu malen, so bedecke man währenddessen die Flossen mit durch Alkohol beständig feucht zu erhaltendem Fliespapier oder lege solches den Flossen von unten an; ebenso halte man das Auge vor und nach dem Bemalen beständig feucht. Sonst trocknen diese Teile leicht zu stark aus und schrumpfen. Erscheint nach einigen Minuten der Körper genügend abgetrocknet, so kann man mit dem Bemalen beginnen, was nun bei einiger Übung auch ohne besondere Kunstfertigkeit meist recht gut gelingt. So gut und vollkommen wie etwa auf Papier lässt sich die Farbe allerdings nicht auftragen, doch aber in ausreichendem Masse, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Am leichtesten gelingt es bei kleinschuppigen Fischen, z. B. bei der Schleie, indess auch bei allen anderen führt Geduld und Übung zum Ziele. Sehr verzögert wird das Malen dadurch, dass man die bemalten Teile gelegentlich mit Alkohol befeuchten muss, um die Wirkung der Farben

zu beobachten und eventuell den Ton derselben zu ändern, da es oft nicht leicht ist, diesen sogleich befriedigend zu treffen. — Manche Stellen wollen die Farbe zuweilen nicht recht annehmen, wohl infolge von Fettausscheidungen oder Ähnlichem, wie z. B. der Kiemendeckel, manche Schuppen und Flossenstrahlen. Hier würde man durch eine gewisse Vorbehandlung vielleicht helfen können. Ich habe versucht, solche Stellen mit Benzin zu reinigen oder sie mit Photoxylin zu überziehen. Am besten wäre wohl ein Überzug von »Ox-gall«, welcher beim Malen auf Glas etc. zur Verwendung gelangt. — Wider Erwarten gut gelingt das Malen des Auges! Die Pupille färbe man tief blauschwarz und umziehe sie mit einem in der Iris verlaufenden feinen goldigen Ringe; letzterer kann man alle Feinheiten des natürlichen Aussehens wiedergeben, silbernen bezw. goldigen Glanz, rote Ringe und Flecken, schwarze Streifen und Punkte etc. Sobald die Farbe trocken erscheint, muss das Auge wieder mit Alkohol beträufelt werden, da die Pupille sonst leicht einsinkt. Übrigens thut es nicht viel, wenn letzteres selbst ein wenig geschieht, da es später im Alkohol kaum zu bemerken ist.

Die Flossen müssen vor dem Bemalen, falls sie beschädigt sind, ausgebessert werden, was man durch Unterkleben entsprechend grosser Stückchen Seidenpapier mit einer dünnen Lösung Gelatine erreicht. Die betreffende Stelle muss jedoch vorher gut getrocknet werden.

3. Das Befestigen des Fisches im Glase. Die im hiesigen Museum hierzu verwendeten Gläser sind geblasene längliche Kastengläser mit parallelen Wandungen. Dieselben sind in drei besonderen Grössen von der Glasfabrik von Gundlach & Müller in Altona-Ottensen eigens hergestellt worden und haben sich gut bewährt. Ihre Massverhältnisse und Preise (5 % Rabatt) sind folgende:

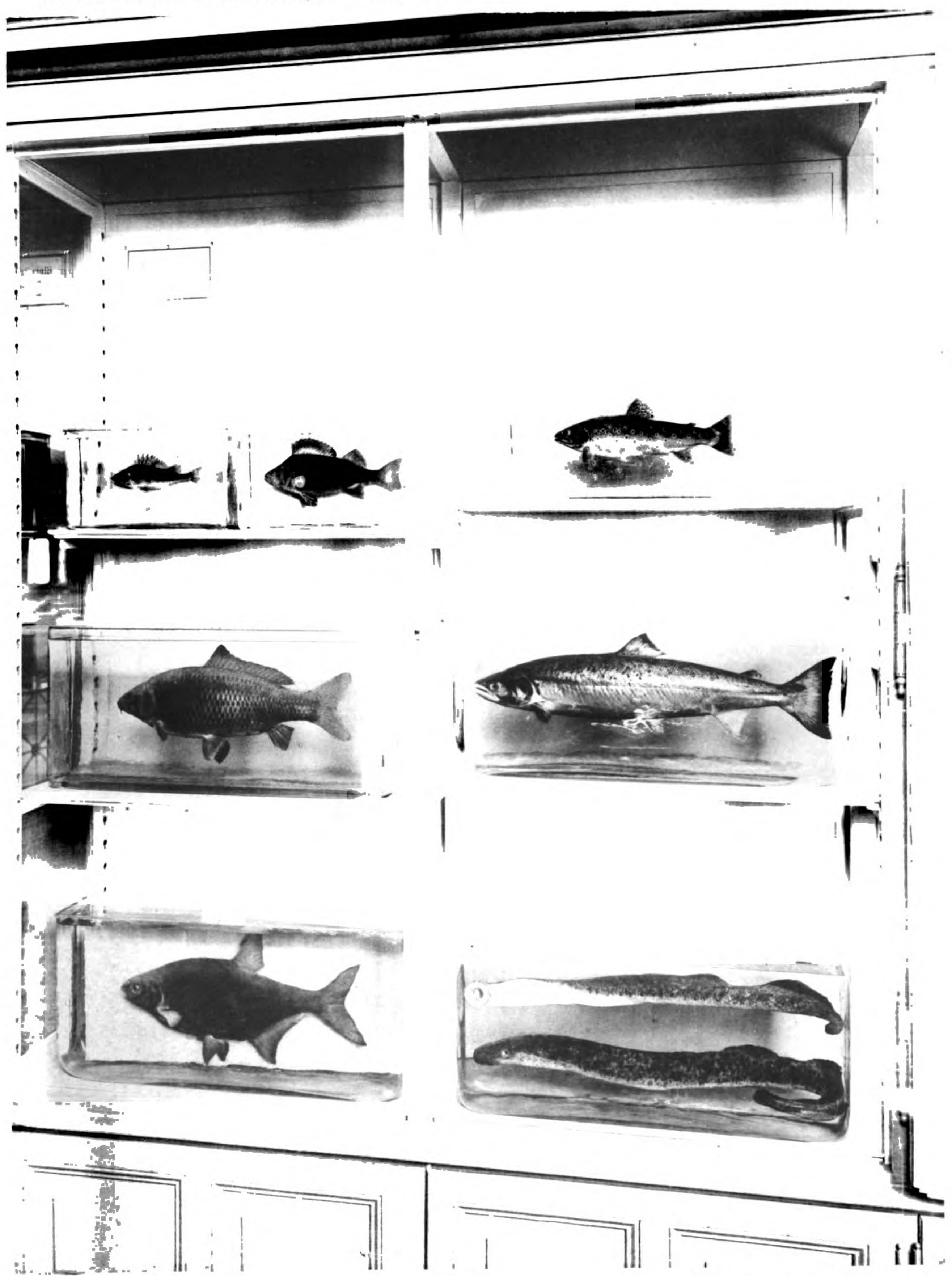
1.	35 cm Länge,	20 cm Höhe,	9 cm Tiefe	M. 8,—
2.	50 » »	25 » »	11 » »	» 11,—
3.	70 » »	30 » »	14 » »	» 24,—

Geschlossen werden sie mit ca. 3 mm starken, an den Rändern entsprechend der Dicke der Kastenglaswandung matt geschliffenen Spiegelglasplatten, welche, mit Gelatine sorgfältig befestigt, fest und dicht schliessen. — Um den Fisch in seinem Glase horizontal zu befestigen, lege man ihn zunächst auf dessen Breitseite oben auf und orientiere ihn so, wie er innen angebracht werden soll. Da der hintere Körperteil bei grösseren Stücken der Glaswand nicht glatt anliegen darf, um sich zu dem wesentlich dickeren Vorderteile in richtiger Lage zu befinden, so lege man ihm an einer passenden Stelle, etwa in der Höhe der Afterflosse, ein mässig grosses Stück Kork oder Ähnl. von entsprechender Dicke unter. Darauf bezeichne man mit Tusche an der inneren Rückwand des Glases die betreffenden Stellen, wo der Fisch zu befestigen ist, klebe zunächst das Korkstück, das vorher rings mit flüssiger Gelatine eingehüllt ist, mit solcher an seinem Platze fest, trage an der vorher bezeichneten Stelle, an welcher Kopf und Vorderteil des Körpers dem Glase anliegen soll, eine ziemlich ansehnliche Schicht heisser zähflüssiger Gelatine auf, ebenso oben auf den Kork, und lege nun den auf der unbemalten Seite vorher gut abgetrockneten Fisch in der richtigen Lage in das Glas hinein. Bald ist die

Gelatine, welche ihn halten soll, genügend erstarrt, um das Zufüllen von Alkohol in das anfänglich geneigt zu haltende Glas zu gestatten. Vorsichtshalber kann man die Gelatine an den zugänglichen Stellen mit einem heissen Messer noch einmal erwärmen, damit sie an Fisch und Glas um so sicherer hafte. Selbst ein 8 Pfund schwerer Lachs hat, derartig befestigt, seine Lage unverändert beibehalten. Der Beschauer sieht von dieser Befestigungsweise nichts. --

Während ich im Vorstehenden nur das Bemalen von Fischen besprochen habe, möchte ich hier noch darauf hinweisen, dass natürlich auch andere in Alkohol aufzubewahrende Objekte derartig behandelt werden können — Reptilien, Amphibien, geeignete wirbellose Tiere, anatomische Präparate, Pflanzen etc. Ich empfehle als zu einer ersten Probe sehr geeignet den Laubfrosch, welcher sonst in Alkohol eine wenig glückliche Rolle als Schauobjekt spielt. Gewisse Objekte, welche, wie z. B. Spongilla, eine gleichmässige Färbung haben sollen und das vorübergehende Einlegen in Wasser vertragen, kann man in eine wässerige Lösung der Farbe bringen, in welcher sie sich rasch hinreichend damit imprägnieren.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, den Herren Fischhändlern hierselbst, welche mich bei Beschaffung besonders geeigneter Fische in liebenswürdigster Weise unterstützt haben, meinen lebhaften Dank auszusprechen. Der Lage ihrer Handlungsräume in der Nähe des Museums wegen nahm ich hauptsächlich die Güte der Herren Heinr. Mangels, D. H. Vorrath und J. Kröger in Anspruch. Auch der grossen Gefälligkeit des Elbfischers Herrn Nic. Six sei in gleichem Sinne gedacht.



C. Hoge phot. *Lichtdruck von G. Koopmann & Co.*

Über die

Verwendbarkeit des Laubblattes

der

heute lebenden Pflanzen

zu

phylogenetischen Untersuchungen.

Von

Dr. C. Schäffer.

Mit einer Tafel.

Schon mehrfach ist der Versuch gemacht worden, durch genaue Beobachtung der regelmässig auftretenden Blattformen einer Art und der durch bestimmte äussere Verhältnisse hervorgerufenen Abänderungen der Blattform Schlüsse auf die phyletische Entwicklung dieser Art zu ziehen. In dieser Richtung sind besonders v. Ettingshausen und Krašan thätig gewesen. Auch ist besonders von Seiten Goebels darauf hingewiesen worden, dass in manchen Fällen die Primärblätter der Pflanzen ganz offenbar die Blattform der Vorfahren wiederholen. Aber meines Wissens ist bisher noch niemals alles dasjenige übersichtlich zusammengestellt, was die botanische Litteratur an einschlägigen Beobachtungen aufzuweisen hat, und infolge dessen fehlt auch ein Versuch, die verschiedenen in Betracht kommenden Beobachtungsgruppen unter einander zu verknüpfen, denn die von Goebel in seiner vergleichenden Entwicklungsgeschichte gegebene verknüpfende Zusammenstellung der wichtigsten Beobachtungen an Primärblättern behandelt ja nur einen kleinen Teil des Gebietes. Diese Erfahrungen und die Absicht, einige eigene Beobachtungen über den Gegenstand sowie meine allgemeinen Ansichten über den Zusammenhang der verschiedenen Beobachtungsgruppen zu veröffentlichen, haben mich bestimmt, wenigstens die neuere Litteratur durchzuarbeiten (meistens aber nur, soweit sie aus Justs Jahresbericht und dem botanischen Zentralblatt zu ersehen ist). Leider war mir auch das so gefundene Material nicht ganz zugänglich. Immerhin glaube ich, dass der in den Abschnitten II—VII enthaltene Überblick einigermassen den Stand unserer in der Litteratur niedergelegten Kenntnisse bezüglich des obigen Themas darstellt, wobei ich aber bemerken muss, dass ich nicht versucht habe, die vielen von Goebel in seiner Entwicklungsgeschichte und den »Pflanzenbiologischen Schilderungen« niedergelegten wertvollen Beobachtungen in ihrer vollen Zahl zu verwerten.

Die Stoffverteilung der vorliegenden Arbeit ist folgende:

I. Litteratur; II. Die Blattreihe der Keimpflanze (speziell die Primärblätter); III. Die Entwicklung des Folgeblattes; IV. Über Hemmungsbildungen und über die Fälle, in denen die Blattreihe der Keimpflanze und der Entwicklungsgang des Folgeblattes für die Erkenntnis der Phylogenie unbrauchbar sind; V. Über Erhaltung der Jugendform und über Rückschläge; VI. Die Blattreihe des Normalsprosses und die Hochblattreihe; VII. Über progressive Blattformen; VIII. Vermischte Beobachtungen über die Blattformen von Fraxinus excelsior, Tilia ulmifolia, der Gattung Berberis, Alnus glutinosa; IX. Zusammenfassung der allgemeinen Resultate.

Da die Beobachtungen, soweit sie in der Litteratur niedergelegt sind, im Folgenden auf verschiedene Abschnitte verteilt sind, werden diejenigen Arbeiten, welche über mehrere dieser Gruppen handeln, mehrfach zitiert werden. Es sind darum die Titel

der Arbeiten im ersten Abschnitt alphabetisch zusammengestellt. Unter diesen Arbeiten finden sich auch diejenigen, welche mir nicht zugänglich waren, also auch nicht im Text zitiert sind, ferner einige Arbeiten, welche nur in sehr losem Zusammenhang mit dem Besprochenen stehen und aus diesem Grunde nicht weiter zitiert sind. Ich glaube aber, dass durch die Aufnahme auch dieser Arbeiten in das Verzeichnis die Brauchbarkeit derselben nur erhöht wird. Ergänzungen des natürlich lückenhaften Verzeichnisses würde ich dankbar entgegennehmen.

Was die eigenen Beobachtungen angeht, so sind die in diesem Jahre begonnenen Kulturen leider infolge von allerlei ungünstigen Umständen fast gänzlich fehlgeschlagen, so dass in dem Vorhandenen noch manche Lücke bleibt. Ich übergebe dasselbe nur deshalb der Öffentlichkeit, weil ich, durch anderweitige Berufsthätigkeit in Anspruch genommen, nicht absehen kann, wann die erwünschte Vollständigkeit einmal erreicht sein wird.

Bezüglich der angewendeten Terminologie sei Folgendes erwähnt. Alle diejenigen Blattformen, welche den Normalblättern, d. h. den Blättern, »welche den diagnostischen und physiognomischen Charakter der Pflanze bestimmen« (Krašan 6, S. 26), abweichen, sollen aberrante Blattformen heissen. Vom phylogenetischen Standpunkte aus betrachtet, sind sie entweder regressiv (atavistisch) oder progressiv. Unterscheidet man die Blattformen nach ihrer Stellung, so folgen an der Hauptachse der jungen Pflanze (Keimpflanze), wenn überhaupt verschiedene Blattformen auftreten, auf einander: Primärblätter, Übergangsblätter, Folgeblätter. Die Folgeblätter sind grösstenteils Normalblätter, die Primär- und Übergangsblätter sind häufig aberrante Formen. Das Normalblatt braucht aber noch nicht in der ersten Vegetationsperiode aufzutreten. Normalspross nenne ich den nicht aus »schlummernden« Knospen älterer Stamm- oder Astteile hervorgegangenen Spross. Stammsprosse entspringen aus den schlafenden Knospen älterer Stamm- oder Astteile. Am Normalspross, sofern seine Blattformen verschieden sind, lassen sich unterscheiden: Anfangsblätter, Mittelblätter, Endblätter. Die Endblätter sind Normalblätter, die Anfangs- und Mittelblätter sind aberrant. Dieselbe Unterscheidung lässt sich am Stammspross machen, nur brauchen die Endblätter der ersten Vegetationsperiode dieses Sprosses noch nicht das Normalblatt zu repräsentieren. An den zur Blütenbildung schreitenden Sprossen sind die etwa auftretenden Hochblätter im Allgemeinen zu den aberranten Blattformen zu rechnen. — Es braucht aber wohl kaum bemerkt zu werden, dass scharfe Grenzen nicht vorhanden sind, dass also die angegebene Nomenklatur nur einen ökonomischen Wert hat.

I. Litteratur.

(Bemerkung: Die von mir nicht gesehenen Arbeiten sind durch einen Stern gekennzeichnet.)

Askenasy, Botanisch-morpholog. Studien 1872.

Ascherson, (1) Trimorphie der Blätter v. Populus euphratica Olivier. Sitz. nat. Fr. Berlin 1872. 19. Nov. (Bot. Zeitung 1873. Referat. S. 245).

Ascherson, (2) Heterophyllie bei Pop. euphratica Ol. Verh. Bot. Ver. Brand. Bd. 18. Sitz. S. 94.

Ascherson, (3) Über abweichend gebildete Blätter der Rotbuche. Verh. Bot. Ver. Brand. Bd. 22. Sitz. S. 99—100.

* **Atwell,** Variations of the strawberry leaf. The Botanical Gazette Vol. 17. 1892. S. 336—337.

Bail, (Variationen der Blattform). Schrift. phys.-ökon. Gesellsch. Königsberg 1877.

Beissner, (1) Über Jugendformen von Pflanzen, speziell von Coniferen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 6. 1888. S. 83—86.

Beissner, (2) Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1891.

Beyerinck, L. Beissner's Untersuch. bezügl. d. Retinisporafrage. Bot. Zeitg. 1890. Nr. 33 u. 38.

Bolle, Heterophyllie bei Laurus Sassafras L. Verh. Bot. Ver. Brand. Bd. 18. Sitz. S. 94.

* **Casali,** L'eterofillia et le sue causa. Reggio nell' Emilia 1892. (Referat: Bot. Jahr. 20. Jahrg. f. 1892. I. 1).

Brand, Über die drei Blattarten unserer Nymphaeaceen. Bot. Centr. 1894. I. Nr. 6.

* **Britton,** Peculiarlylobed leaves in Quercus alba. Bull. Torrey Bot. Club. Vol. 8. 1881. Nr. 11. S. 126. M. 1 Holzschn.

Buchenau, Über einen Fall der Entstehung der eichenblättr. Form d. Hainbuche. Bot. Zeitg. 1891. Nr. 7. S. 97 und Gartenflora 1891. S. 377—382.
(Die dort zitierte Litteratur führe ich in meinem Verzeichnis nicht auf.)

Callier, Über die in Schlesien vorkommenden Formen der Gattung Alnus. 69. Jahresbericht d. Schl. Ges. f. vaterl. Kultur S. 72.

* **Čelakovsky.** Die Gymnospermen. Eine morphologisch-phylogenetische Studie. Abh. böhm. Ges. Wiss. 7. Folge. Bd. 4, math.-nat. Kl. 1890.

Cohn, (1) Über Ampelopsis Veitchii. Sitzgsber. Schl. Ges. für vaterl. Kultur. Sitz. v. 1. Nov. 1877.

Cohn, (2) Zweige der Buche mit roten, gezähnten Blättern. Sitzgsber. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. Bot. Sekt. 1892. S. 40.

Dippel, Handbuch der Laubholzkunde. Berlin 1889—93.

v. **Ettingshausen,** (1) Über Castanea vesca und ihre vorweltliche Stammart. Sitz. Wien. Akad. Bd. 65. 1. Abt. Jahrg. 1872. S. 147—164.

v. **Ettingshausen,** (2) Beiträge zur Erforschg. der Phylogenied. Pflanzenarten. Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 38.

v. **Ettingshausen,** (3) Über die Resultate pflanzengeschichtlicher Forschungen. Mitt. nat. Ver. Steiermark 1878 (Graz 1879).

v. **Ettingshausen,** (4) Vorläufige Mitteilungen über phyto-phylogenetische Untersuchungen. Sitz. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 80. Abt. 1. S. 557—591.

v. **Ettingshausen,** (5) Beiträge zur Erforschg. der Phylogenie d. Pflanzenarten. Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 43. 1882. S. 93—102. Taf. 11—20.

v. **Ettingshausen und Krašan,** (1) Beiträge zur Erforschg. d. atavistischen Formen an lebenden Pflanzen und ihrer Beziehungen zu den Arten ihrer Gattung. Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 54, 55, 56.

v. Ettingshausen und Krašan, (2) Untersuchungen über Ontogenie und Phylogenie der Pflanzen auf paläontologischer Grundlage. Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 57.

v. Ettingshausen und Krašan, (3) Untersuchungen über Deformationen im Pflanzenreiche. Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. Bd. 58.

Goebel, (1) Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Zeitg. 1880. S. 753, 769, 785, 801, 817, 833.

Goebel, (2) Über die Jugendzustände der Pflanzen. Flora. Bd. 72. 1889. S. 1—45.

Goebel, (3) Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. Encyklopädie der Naturwiss. I. Abt. 1. Teil: Handbuch der Botanik, herausgegeben v. Prof. Dr. A. Schenck. Bd. III. 1. Hälfte.

Goebel, (4) Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg. I. 1889, II. 1. 1891. II. 2. 1893. (Von der in den beiden letzten Werken zitierten Litteratur ist in diesem Verzeichnis nur das aufgeführt, was in den folgenden Abschnitten wirklich benutzt wurde.)

Göppert, Ueber Pflanzenmetamorphosen. Sitzgsber. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. Sitzg. v. 2. Nov. 1876.

* **Groom,** Influence of external conditions on form of leaves. Ann. of Bot. 1893. 3.

Hieronymus, Über Pflanzen-Monstrositäten. 69. Jahresber. der Schl. Ges. für vaterl. Kultur.

Hildebrand, (1) Über die Jungendzustände solcher Pflanzen, welche im Alter vom vegetativen Charakter ihrer Verwandten abweichen. Flora 1875, S. 305.

Hildebrand, (2) Über einige plötzliche Veränderungen an Pflanzen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 9, 1891, S. 214.

Hildebrand, (3) Einige Beobachtungen an Keimlingen und Stecklingen. Bot. Zeitg. 1892, S. 1.

* **Holm,** (1) Notes on the leaves of Liriodendron. Proc. U. S. Nat. Mus. Washington. Vol. 13. p. 15—35. w. 6 pl. (1890) Referat in: Bot. Centr. 1892 3. S. 355.

* **Holm,** (2) Contributions to the Knowledge of the germination of some North-American plants. Mem. Torrey Bot. Club. Vol. II. No. 3. (Referat: Bot. Jahr. f. 1891. I. S. 314).

Jankó, Abstammung d. Platanen, Engl. Jahrb. Bd. 11. S. 412—458. 1888.

Kaufholz, Beiträge zur Morphologie der Keimpflanzen. Inaug.-Diss. Rostock 1888.

* **Kellermann,** Leaf-variation. Journ. Cinn. Soc. Nat. Hist. Vol. 16, p. 37 und Proc. Nat. Scient. Ass. Staten Island 1893.

Koch, Dendrologie.

Krašan, (1) Über regressive Formerscheinungen bei Quercussessili flora Sm. Sitz. Wien Acad. math.-nat. Kl. Bd. 95. I. S. 31.

Krašan, (2) Beiträge zur Entwicklgsgesch. d. mitteleuropäischen Eichenformen. Engler's Jahrb. Bd. 7. Heft 1. S. 62—114.

Krašan, (3) Zur Gesch. d. Formentw. d. roburoiden Eichen. Engl. Jahrb. Bd. 8. 1887. S. 165—202.

Krašan, (4) Über continuirliche und sprungweise Variation. Engl. Jahrb. Bd. 9 1888. S. 380—428.

Krašan, (5) Ergebnisse d. neuesten Untersuchungen über die Formelemente der Pflanzen. Engl. Jahrb. Bd. 13. 1891.

Krasser, (1) Bemerkungen über die Phylogenie der Platanen, Verh. zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 39 Sitz. S. 6—10.

Krasser, (2) Über den Polymorphismus des Laubes von Liriodendron tulipifera. Verh. zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 40. 1890. Sitz. S. 57—62.

Krasser, (3) Zur Kenntnis der Heterophyllie. Verh. zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 37. Sitz. S. 76—78.

Kronfeld, (1) Über Polyphyllie bei Pinus Mughus Scop. und Pinus silvestris L. Verh. zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 38. 1888. Sitz. S. 96.

Kronfeld, (2) Bemerkungen über Coniferen. Bot. Zentralbl. Bd. 37. 1889. S. 65—70.

Loew, Blattbildungen an jüngeren Sprossen von Clematis recta. Verh. Bot.-Ver. Brand. Bd. 18. Sitz. S. 119.

Magnus, (1) Heterophyllie bei Eucalyptus globulus. Verh. Bot.-Ver. Brand. Bd. 18. 1876. Sitz.

Magnus, (2) Über das spontane Auftreten von Variation an mehreren einheimischen Eichen. Verh. Bot.-Ver. Brand. Sitz. 24. Nov. 1882.

Magnus, (3) Blattvarianten. Verh. Bot.-Ver. Brand. 1890.

Magnus, (4) (Carpinus Betulus f. quercifolia bei Kissingen). Verh. Bot.-Ver. Brand 1891.

* **Mellichamp,** Ilex opaca with entire leaves. Bull. Torrey Bot. Club. New-York. Vol. 8. 1881. No. 10, p. 112—113.

* **Mohr,** Variation in the leaves of Clematis reticulata and other notes. Bull. Torrey Bot. Club, New-York. Vol. 19. 1892: No. 10, p. 308—309.

Pax, Monographie der Gattung Acer. Engl. Jahrb. Bd. 6. S. 287—374; Bd. 7. S. 177—205.

Potonié, (1) Über Salix babylonica und eine interessante Himbeervarietät. Verh. Bot.-Ver. Brand. Bd. 20. 1878.

Potonié, (2) Tilia variifolia. Verh. Bot.-Ver. Brand. Bd. 22. Sitz. S. 180.

* **Potonié,** (3) Über eine Lindenvarietät. Monatssch. d. V. z. Befördrg. d. Gartenbaues in d. k. preuss. Staaten, herausgeg. von L. Wittmack. Jahrg. 23. 1880. S. 543—547.

* **Roedel,** (Carpinus Betulus f. quercifolia). Die Natur. 1892. S. 15—17.

Schenck, Über Jugendformen von Gymnospermen, speziell von Larix europaea. Verh. nat. V. d. preuss. Rheinl. Jahrg. 50 (5. Folge: Jahrg. 10). 2. Hälfte. Bonn 1893. S. 27.

Schimper-Schenck, Palaeophytologie 1890. (Zittel, Handbuch d. Palaeontologie II).

Schimper, Traité de paléontologie végétale.

Schlechtendal, Pflanzenmissbildungen. Jahreshefte Ver. f. Nat. Zwickau. 1873. S. 50—64.

* **Schöpcke,** (Carpinus Betulus f. quercifolia). Jahresber. schles. Ges. f. vat. Cultur 1892.

Schwerin, F., Graf von, Die Varietäten der Gattung Acer. Gartenflora 1893.

v. Seemen, Seltnere Pflanzen und Missbildungen aus der Berliner Flora. Verh. Bot. Ver. Brand. Bd. 24. Sitz. S. 70—74.

Simek, (1) Der Cotyledon und das normale Blatt. Jahresber. des Staats-Untergymnasiums in Prag-Neustadt 1888.

Simek, (2) Keimpflänzchen einiger Caryophyllaceen, Geraniaceen und Compositen. 8. Jahresber. d. Staats-Obergymnasiums in Prag-Neustadt 1889.

Simek, (3) Die Jugendformen einiger Papaveraceen, Ranunculaceen, Campanulaceen. Prag 1892.

Trécul, Note sur la formation des feuilles. Ann. sc. nat. 3. ser. Botanique. Tom. 20. Paris 1853.

* **Viviand-Morel,** Polymorphisme des feuilles du lierre. Bull. Soc. Bot. Lyon. Année 9. No. 1. 1892.

v. Widenmann, (1) Über geschlitzte Blattformen. Jahresh. d. V. f. vaterl. Nat. Württemberg. Jahrg. 49. 1893.

v. Widenmann, (2) Über abnorme Blattformen an Syringa vulgaris. Jahresh. d. V. f. vaterl. Nat. Württ. 1894.

v. Widenmann, (3) Über den Einfluss von Insekten auf die Gestaltung der Blätter. Jahresh. d. V. f. vaterl. Nat. Württ. 1894.

Winkler, (1) Die Keimpflanze von Sarothamnus vulgaris im Vergleich mit der des Ulex europaeus. Verh. Nat. Ver. d. preuss. Rheinlande. Bd. 37. p. 157.

Winkler, (2) Über das Artenrecht des Chenopodium opulifolium Schrad. und C. ficifolium Sm. Verh. Bot. V. Brand. Jahrg. 29. S. 112—113.

Winkler, (3) Conioselinum tataricum Fischer und Acanthus longifolius Host in ihrem Jugendzustande. Verh. Bot. V. Brand. Jahrg. 31.

Wolf, Sambucus racemosa L. heterophylla Wolf. Gartenflora 1891.

Bemerkung: Der Inhalt der Arbeit von Casali ist mir erst nach Vollendung der vorliegenden Abhandlung durch das Referat im botanischen Jahresbericht bekannt geworden, er ist also im Folgenden nicht berücksichtigt.

II. Die Blattreihe der Keimpflanze.

Die Form der Primärblätter ist (besonders von Goebel) schon vielfach zu phylogenetischen Untersuchungen verwendet worden. Dennoch ist, wie das Folgende zeigen wird, eine Untersuchung der Gründe für die abweichende Gestaltung der Primärblätter nicht unnütz.

Um die Betrachtung an ein paar bestimmte Beispiele anzuschliessen, wähle ich die Keimpflanzen von Ulex europaeus, der Phyllodien tragenden Akazien (z. B. A. longifolia, A. armata), Tilia ulmifolia und Liriodendron tulipifera. Bei allen vier Beispielen weichen die Primärblätter deutlich von den Folgeblättern ab, aber in sehr verschiedenem Grade.

Hildebrand (1) und Winkler (1) haben die Keimpflanze von Ulex europaeus beschrieben. Die ersten Primärblätter sind einfach, lanzettlich. Statt ihrer treten etwas höher an der Pflanze dreizählige Blätter auf. Die höher stehenden dieser zweiten Primärblattform haben deutlich verschmälerte und zugespitzte Blättchen. Durch fortgesetzte

Verschmälerung und Zuspitzung unter Rückbildung der seitlichen Blättchen gehen dieselben nach oben in die bekannten Dornen über, soweit dieselben Blattdornen und nicht Zweigdornen sind.

Über die Keimpflanzen der Phyllodien tragenden Akazien berichten Hildebrand (1) und Goebel (2, 3). Das Wesentliche ist das Folgende: Die ersten Primärblätter sind einfach gefiedert. Weiter oben folgen doppelt gefiederte Blätter. An den höher stehenden ist der Blattstiel vertikal verbreitert. Noch weiter nach oben ist Blattstiel und Blattspeite nicht mehr getrennt, das Blatt ist auf ein Phyllodium reduziert.

Die Primärblätter von Tilia ulmifolia (Fig. 9) unterscheiden sich von den Folgeblättern besonders dadurch, dass sie meistens vollkommen symmetrisch, relativ länger und dass ihre Zähne relativ grösser sind. Der genauere Vergleich soll in Abschnitt VIII durchgeführt werden. Der auffallendste Unterschied zwischen beiden besteht aber in der bedeutenden Grössenverschiedenheit.

Was Liriodendron tulipifera angeht, so ist auch hier zunächst der Grössenunterschied der auffallendste. Aber auch die Gestalt weicht ab, denn die Primärblätter (Fig. 1 und 2) sind breit umgekehrt herzförmig. Weder bei Tilia noch bei Liriodendron sind mir die Übergangsblätter bekannt. Doch ist diese Lücke für die folgenden Betrachtungen unwesentlich.

Die vier Beispiele sind nicht ganz willkürlich herausgegriffen, obgleich sich leicht anderer Ersatz für dieselben finden liesse. Es wurden aber absichtlich zwei Formen mit abgeleiteter (metamorpher) Blattform (Dorn resp. Phyllodium) und zwei mit nicht abgeleiteter Blattform (im Sinne Goebels) gewählt. Es zeigt sich nun zunächst, dass beiden Gruppen ein deutlicher Unterschied zwischen Primär- und Folgeblatt gemeinschaftlich ist, der allerdings am auffallendsten bei den Beispielen mit metamorpher Blattform ist.

Für die Frage nach der Ursache dieser abweichenden Gestaltung der Primärblätter sind noch folgende Thatsachen von Wichtigkeit: einmal, dass die Verwandten der genannten Akazien meistens einfach resp. doppelt gefiederte Blätter haben, und dass die Verwandten des Ulex zum grossen Teil gefingerte Blätter aufweisen, ferner dass bei vielen Tiliaceengattungen (z. B. Sparmannia) eingeschnittene, symmetrisch gebaute Blätter die Regel sind (vergl. Abschnitt VIII) und schliesslich, dass fossile Liriodendronblätter aus der Kreide genau von der Form der geschilderten Primärblätter bekannt geworden sind (vgl. Krasser 2).

Für die erwähnten Primärblattformen sind offenbar zwei Erklärungen möglich. Erstens kann man annehmen, dass dieselben durch Anpassung an die speziellen Lebensverhältnisse der jungen Pflanze*) entstanden sind. Dann müsste man bei Acacia und Ulex aber wohl das Phyllodium resp. den Dorn als die ursprüngliche Form, das Primärblatt als die abgeleitete auffassen, eine Anschauung, welcher die Verwandtschafts-

*) Dadurch erklärt sich wohl sicherlich, dass die unteren Zweige von Ilex Aquifolium bedornte Blätter tragen, die oberen aber nicht (Goebel 2, S. 43). Vielleicht gehören dahin auch wohl die Primärblätter einiger Wasserpflanzen (bezüglich der Thatsachen vgl. Goebel 4) und das unten noch zu erwähnende schuppenförmige Primärblatt von Vicia Faba und Anderen (vgl. Abschnitt IV).

verhältnisse widersprechen. Bei Tilia und Liriodendron liegt die Annahme, wie mir scheint, noch ferner. Denn so fundamental ist schliesslich der Unterschied im Bau der Primärblätter und Folgeblätter dieser Pflanzen doch nicht, dass man in den Primärblättern mit einiger Wahrscheinlichkeit besondere Anpassungsformen der Keimpflanze sehen könnte. Dieser Grund ist allerdings ein durchaus subjektiver. Er gewinnt an Wert erst dadurch, dass für die entgegengesetzte Anschauung, dass die Primärblätter wenig veränderte Überreste der Blattform der Vorfahren darstellen, auch objektive Gründe sprechen. Diese sind für Ulex und Acacia schon erwähnt, es ist die Thatsache, dass die Mehrzahl ihrer Verwandten weit mehr der Jugendform als der Folgeform ähneln. Ähnliches wurde auch für Tilia angeführt. Liriodendron aber stellt insofern das günstigste Beispiel dar, als für diese Pflanze wirklich nachgewiesen ist, dass die kretazeischen Vorfahren resp. deren Verwandte Blätter von der Form der heutigen Liriodendron Primärblätter trugen (vgl. Krasser, 2). — Am überzeugendsten würden natürlich die Beispiele wirken, wenn in allen vier Fällen die Verwandtschaft Formen mit primärblattähnlichen Blättern aufwiese und wenn nicht nur bei Liriodendron die Vorfahrenblätter festgestellt wären. Bessere Beispiele sind aber zur Zeit wohl nicht bekannt.

Worin ist nun aber wohl die Ursache für die Konstanz der Primärblätter zu suchen? Diese Frage sei folgendermassen beantwortet: Sind die abändernden Ursachen, welche zur neuen Folgeblattform führten, äussere Ursachen gewesen, dann könnte man daran denken, dass die an der Basis der Pflanze stehenden Primärblätter vielleicht in minder hohem Grade diesen Einwirkungen ausgesetzt waren. Aber abgesehen davon, dass überhaupt eine Abänderung der Blattform allein durch direkte Einwirkung äusserer Ursachen unwahrscheinlich ist, ist eine verschiedene Wirkung der letzteren auf meistens so ähnlich gestellte Organe kaum denkbar, wenn nicht zugleich eine gewisse innere Disposition angenommen wird. Zweitens könnte man meinen: die Keimpflanze bedarf vielleicht anderer Blätter und darum bleiben die Primärblätter in der ursprünglichen Form erhalten*). Das ist denkbar bei Acacia und Ulex, trifft aber wohl schwerlich für Tilia Liriodendron zu, giebt also kein allgemeines Erklärungsprinzip ab. Dann bleibt drittens nur die Annahme übrig, dass innere Ursachen, die in der Organisation der Pflanzen überhaupt begründet sind, die Veranlassung waren. Ich stelle mir bis auf weiteres vor, dass, wenn eine neue Blattform auftritt, dieselbe im allgemeinen auch den Abschluss der Blattreihe bildet. Das liesse sich auch so ausdrücken: Gewisse innere Ursachen bewirken es, dass neue Formen im allgemeinen zuerst an den Folgeblättern auftreten und alsdann sich weiter nach abwärts zu den Primärblättern ausbreiten. (Basipetale Ausbreitung neuer Blattformen.) Die Primärblätter sind dann die letzten Blätter, welche die Umgestaltung erleiden. Dass auch sie von der Veränderung so stark ergriffen werden können, dass ihre Form der Folgeblattform gleich oder ähnlich wird, zeigen besonders die Keimpflanzen der Cacteen, der Casuarinen und von Ruscus (Goebel 2, S. 33;

*) Das ist aber etwas ganz anderes als wenn sich unter ihrem Einfluss die Blattform zu der Primärblattform umbildet.

Goebel 3, S. 260), bei denen auch die ersten Blätter völlig reduziert sind. Die oben herangezogenen Beispiele, deren Zahl sich fast beliebig vermehren lässt, zeigen zunächst, wie die Form des Primärblattes auf die Form des Vorfahrenblattes schliessen lässt. Wo aber die Umbildung der Blattform der Vorfahren in die heutige Folgeblattform nicht plötzlich, sondern allmählich vor sich gegangen ist, da werden auch die heute noch vorkommenden Übergangsformen zwischen Primär- und Folgeblättern sich als Hinweise auf entsprechende Übergangsformen aus der Stammesgeschichte betrachten lassen. Dann würde also die »Blattreihe«*) der Keimpflanze (Jugendform) ein Dokument der Abstammung und früheren Umbildung unserer heutigen Pflanzenarten sein.

Ein lehrreiches Analogon für das Verhalten der Keimpflanzen und ihrer Primärblätter findet sich auf zoologischem Gebiete, das ist die gesetzmässige Veränderlichkeit der Lobenlinien der Ammoniten. Es hat sich ja bekanntlich gezeigt, dass innerhalb einer und derselben aus Schichten verschiedenen Alters gewonnenen Formenreihe die Lobenlinien bei den ältesten Gliedern der Reihe am einfachsten, bei den jüngsten am kompliziertesten sind und dazwischen deutliche Übergangsformen zeigen. Dieselbe Veränderung beobachtet man aber auch an den Lobenlinien eines und desselben Individuums (aus einer jüngeren Schicht), wenn man von der innersten (ältesten) Kammer ausgeht und der Spiralwindung der Schale folgt. Alle jene Scheidewände, deren Ansatzstellen die Lobenlinien bilden, sind hier aber hervorgebracht von einem und demselben Individuum, nur zu verschiedenen Zeiten seines Lebens. Die Schale stellt ein Organ des von ihr geborgenen Tieres dar, und dieses Organ wird im Laufe der Entwicklung des Individuums umgebildet. Dass die Umbildung nicht an dem schon vorhandenen Teil der Schale erfolgen kann, beruht darauf, dass die Schale nicht fähig ist, zu wachsen. Danach sind also die verschiedenartigen Schalenteile den Entwicklungsstadien eines Organes gleichzusetzen und ein Vergleich der Reihe der Lobenlinien mit der Blattreihe der Keimpflanze erscheint ausgeschlossen. Man könnte aber auch folgendermassen schliessen: Die verschiedenartigen Schalenteile sind Produkte eines sich stetig bis zu bestimmter Grösse und Organisationshöhe weiter entwickelnden Individuums, von diesem gebildet zu verschiedenen Zeiten seines Lebens, und, wenn einmal gebildet, nicht weiter entwickelbar. Gerade so, kann man sagen, sind auch die Primärblätter, die nur bis zu einem gewissen Grade entwickelbaren Produkte eines sich weiter entwickelnden Organismus. Wie sich in den aufeinander folgenden verschiedenartigen Schalenbildungen der Ammoniten eine stetige Veränderung des hervorbringenden Tieres sichtbar macht, so offenbart die Pflanze durch die Produktion der verschiedenen Blattformen eine bestimmte innere Entwicklung. Bei den Ammoniten zeigt ein Vergleich mit vollster Deutlichkeit eine Übereinstimmung zwischen der Lobenentwicklung in der Phylogenie und der Lobenreihe am Individuum. Gerade so aber ist eben eine Übereinstimmung zwischen der Blattentwicklung in der Phylogenie und der Blattreihe der Keimpflanze wahrscheinlich gemacht.

*) Da die betr. Blätter nicht Entwicklungsstadien eines und desselben Organes darstellen, obwohl sie natürlich ein Ausdruck für die Entwicklung der ganzen Pflanze sind, musste ich die Bezeichnung Entwicklung vermeiden und führe hier für die Keimpflanze, wie überhaupt für jeden Spross den Terminus »Blattreihe« ein.

Da man bei Betrachtung der angeführten Beispiele von Keimpflanzen, unter denen sich Pflanzen mit »abgeleiteter« (im Sinne Goebels) und nicht abgeleiteter Blattform befinden, in allen Fällen zu dem gleichen Resultat kommt, und die Zahl solcher Beispiele sich fast beliebig vermehren lässt, so erscheint die Rekurrenz der Primärblätter zu phyletisch alten Formen nunmehr als ein allgemeines Gesetz. Dass Ausnahmen existieren (z. B. Vicia Faba), wo offenbar die Primärblätter stark rückgebildet sind und kein phyletisches Stadium repräsentieren, das thut sicherlich der Regel keinen Abbruch. Es muss danach unnatürlich erscheinen, die Gültigkeit des Gesetzes, wie Goebel (3) wollte, nur für Pflanzen mit abgeleiteter Blattform zuzugeben. Dieser Punkt war es, der eine genauere Darstellung der Gründe für die geschilderte Auffassung veranlasste. Auf ihn ist im Abschnitt IV noch zurückzukommen.

Die Litteratur über Primärblätter hier vollständig zusammenzustellen, ist nach der Darstellung der hervorragendsten Beispiele von Seiten Goebels (2, 3) unnötig. Auch auf die grosse Anzahl höchst interessanter Thatsachen, welche Goebel später (4) besonders bezüglich der Wasserpflanzen und der Insektivoren hinzugefügt hat, will ich nicht weiter eingehen. Einige derselben werden später noch erwähnt werden. Die übrige Litteratur aber ist aus dem Verzeichnis des Abschnitt I ja zur Genüge ersichtlich. Nur eine bemerkenswerte Verwendung des Gesetzes vom ursprünglichen Verhalten der Keimpflanzen sei noch besonders angeführt. Schenck erwähnt, dass junge Exemplare von Larix europea im Winter allgemein »an den oberen Enden der vorjährigen Haupt- und Seitentriebe eine mehr oder minder grosse Anzahl von dunkelgrünen und noch völlig frischen Nadelblättern« behält, was an älteren Pflanzen nie beobachtet worden ist. Schenck schliesst daraus, dass L. europea von einer immergrünen Form abstammt. Dem nahe liegenden Einwand, dass hier möglicherweise die Nadeln darum erhalten bleiben, weil sie weniger dem ungünstigen Einfluss der Witterung ausgesetzt sind, misst Schenk keine Bedeutung bei und offenbar mit Recht, denn dann müssten doch gelegentlich die Nadeln auch einmal an älteren Exemplaren erhalten bleiben. — Die übrigen höchst interessanten Verhältnisse der Gymnospermen, welche Goebel (2, 3) und Schenck zusammengestellt haben, übergehe ich hier gerade so wie die vielen anderen Beispiele, indem ich nochmals auf Goebels Arbeiten und das Verzeichnis im Abschnitt I verweise.

III. Die Entwicklung des Folgeblattes.

Meines Wissens ist bis jetzt noch nicht hingewiesen worden auf die auffallende Übereinstimmung eines frühen dreilappigen Entwicklungsstadiums der Blätter von Tropaeolum majus, wie es bei Trécul (Taf. 23, Fig. 87) abgebildet ist, mit dem ebenfalls dreilappigen Primärblatt, welches ich in Fig. 3 zur Anschauung gebracht habe. Allerdings ist das letztere schon schildförmig, das erstere dagegen nicht. Trotzdem ist die Übereinstimmung

in der Form recht auffallend. Ähnliche Entwicklungsstadien sind auch die gelappten Formen, welche das Blatt von Hydrocotyle vulgaris durchmacht (Goebel 3, Fig. 49). Ob diese vielleicht auch mit den Primärblättern korrespondieren, kann ich nicht angeben, da ich versäumt habe, mir Keimpflanzen zu erziehen, aus einer Bemerkung von Goebel (3, S. 259) scheint aber hervorzugehen, dass G. solche Primärblätter gesehen hat. Bei Tropaeolum majus ist jedenfalls die Vermutung, dass eine genetische Beziehung beider Blattformen existiert, naheliegend und die einfachste Erklärung liegt offenbar in der Annahme, dass das Folgeblatt in seiner Entwicklung phyletische Stadien durchmacht. — Dass die lappigen Entwicklungsstadien von Hydrocotyle ebenfalls auf ein gelapptes Vorfahrenblatt hinweisen, ist für den, der die Bemerkung über Tropaeolum billigt, eine selbstverständliche Folgerung. Auch Goebel bemerkt (3, S. 235), der Umstand, dass das Blatt in der Jugend reicher gegliedert ist als später, spreche seiner Meinung nach dafür, dass die Schildform erst eine relativ spät erworbene ist, während die »Vorfahren noch die gewöhnliche Blattform besassen«. Goebel (3) weist ferner darauf hin, dass das gegliederte Entwicklungsstadium des Hydrocotyleblattes der gefiederten Blattform der meisten Umbelliferenblätter näher steht als das ausgebildete Blatt. Es war mir aber von nicht geringem Interesse, im Hamburger botanischen Garten schon aus der Gattung Hydrocotyle unter dem Namen Hydrocotyle sibthorpioides Lam. eine Art mit deutlich fünflappigen nicht schildförmigen Blättern kennen zu lernen. Auch die nächsten Verwandten von Tropaeolum majus zeigen bekanntlich schon tiefgeschlitzte (z. B. T. peregrinum) resp. zusammengesetzte Blattform (z. B. T. pentaphyllum). Diese Thatsachen scheinen mir die beste Stütze abzugeben für die Annahme, dass auch die Ursache für das Auftreten gelappter Blattformen in der Ontogenie der genannten schildförmigen Blätter in einer Vererbung von den Vorfahren her zu suchen ist. Dehnen wir die Gültigkeit dieser auf Grund bestimmter Thatsachen entstandenen Annahme verallgemeinert auch auf Pflanzen mit anderer Blattform aus, so kommen wir zu dem in der Zoologie längst zu so grosser Bedeutung gelangten und von F. Müller und Haeckel etwa in folgender Form ausgesprochenen biogenetischen Gesetze: Die Ontogenie ist eine kurze Rekapitulation der Phylogenie, mit der Einschränkung, dass die speziellen Lebensverhältnisse der betreffenden Organe den durch die phyletische Entwicklung bestimmten Entwicklungsgang allerdings in hohem Grade abändern (fälschen) können. Schon in der letzten Bemerkung liegt eine wesentliche Einschränkung, und für viele Fälle wird die Verwendung des Gesetzes zur Erkenntnis der Phylogenie schon deshalb illusorisch werden. Ein Punkt, der ausserdem noch zu beachten ist, soll am Schlusse dieses Abschnittes besprochen werden. Immerhin wird man in der genauen Untersuchung der Blattentwicklung wohl ein zweites Hilfsmittel zur Erkenntnis der Stammesgeschichte sehen dürfen.

Sollte für die Anwendung des biogenetischen Gesetzes auf die Blattentwicklung noch eine Stütze erforderlich sein, so könnte man sie vielleicht in ein paar Analogien finden. So wird ja das embryonale Auftreten und nachherige Abortieren eines Gliedes der Blüte allgemein als ein Zeichen betrachtet dafür, dass dereinst auch die ausgebildete Blüte dieses Glied besass, es aber im Laufe der Phylogenie verloren hat. Und eine

Da man bei Betrachtung der angeführten Beispiele von Keimpflanzen, unter denen sich Pflanzen mit »abgeleiteter« (im Sinne Goebels) und nicht abgeleiteter Blattform befinden, in allen Fällen zu dem gleichen Resultat kommt, und die Zahl solcher Beispiele sich fast beliebig vermehren lässt, so erscheint die Rekurrenz der Primärblätter zu phyletisch alten Formen nunmehr als ein allgemeines Gesetz. Dass Ausnahmen existieren (z. B. Vicia Faba), wo offenbar die Primärblätter stark rückgebildet sind und kein phyletisches Stadium repräsentieren, das thut sicherlich der Regel keinen Abbruch. Es muss danach unnatürlich erscheinen, die Gültigkeit des Gesetzes, wie Goebel (3) wollte, nur für Pflanzen mit abgeleiteter Blattform zuzugeben. Dieser Punkt war es, der eine genauere Darstellung der Gründe für die geschilderte Auffassung veranlasste. Auf ihn ist im Abschnitt IV noch zurückzukommen.

Die Litteratur über Primärblätter hier vollständig zusammenzustellen, ist nach der Darstellung der hervorragendsten Beispiele von Seiten Goebels (2, 3) unnötig. Auch auf die grosse Anzahl höchst interessanter Thatsachen, welche Goebel später (4) besonders bezüglich der Wasserpflanzen und der Insektivoren hinzugefügt hat, will ich nicht weiter eingehen. Einige derselben werden später noch erwähnt werden. Die übrige Litteratur aber ist aus dem Verzeichnis des Abschnitt I ja zur Genüge ersichtlich. Nur eine bemerkenswerte Verwendung des Gesetzes vom ursprünglichen Verhalten der Keimpflanzen sei noch besonders angeführt. Schenck erwähnt, dass junge Exemplare von Larix europea im Winter allgemein »an den oberen Enden der vorjährigen Haupt- und Seitentriebe eine mehr oder minder grosse Anzahl von dunkelgrünen und noch völlig frischen Nadelblättern« behält, was an älteren Pflanzen nie beobachtet worden ist. Schenck schliesst daraus, dass L. europea von einer immergrünen Form abstammt. Dem nahe liegenden Einwand, dass hier möglicherweise die Nadeln darum erhalten bleiben, weil sie weniger dem ungünstigen Einfluss der Witterung ausgesetzt sind, misst Schenk keine Bedeutung bei und offenbar mit Recht, denn dann müssten doch gelegentlich die Nadeln auch einmal an älteren Exemplaren erhalten bleiben. — Die übrigen höchst interessanten Verhältnisse der Gymnospermen, welche Goebel (2, 3) und Schenck zusammengestellt haben, übergehe ich hier gerade so wie die vielen anderen Beispiele, indem ich nochmals auf Goebels Arbeiten und das Verzeichnis im Abschnitt I verweise.

III. Die Entwicklung des Folgeblattes.

Meines Wissens ist bis jetzt noch nicht hingewiesen worden auf die auffallende Übereinstimmung eines frühen dreilappigen Entwicklungsstadiums der Blätter von Tropaeolum majus, wie es bei Trécul (Taf. 23, Fig. 87) abgebildet ist, mit dem ebenfalls dreilappigen Primärblatt, welches ich in Fig. 3 zur Anschauung gebracht habe. Allerdings ist das letztere schon schildförmig, das erstere dagegen nicht. Trotzdem ist die Übereinstimmung

in der Form recht auffallend. Ähnliche Entwicklungsstadien sind auch die gelappten Formen, welche das Blatt von Hydrocotyle vulgaris durchmacht (Goebel 3, Fig. 49). Ob diese vielleicht auch mit den Primärblättern korrespondieren, kann ich nicht angeben, da ich versäumt habe, mir Keimpflanzen zu erziehen, aus einer Bemerkung von Goebel (3, S. 259) scheint aber hervorzugehen, dass G. solche Primärblätter gesehen hat. Bei Tropaeolum majus ist jedenfalls die Vermutung, dass eine genetische Beziehung beider Blattformen existiert, naheliegend und die einfachste Erklärung liegt offenbar in der Annahme, dass das Folgeblatt in seiner Entwicklung phyletische Stadien durchmacht. — Dass die lappigen Entwicklungsstadien von Hydrocotyle ebenfalls auf ein gelapptes Vorfahrenblatt hinweisen, ist für den, der die Bemerkung über Tropaeolum billigt, eine selbstverständliche Folgerung. Auch Goebel bemerkt (3, S. 235), der Umstand, dass das Blatt in der Jugend reicher gegliedert ist als später, spreche seiner Meinung nach dafür, dass die Schildform erst eine relativ spät erworbene ist, während die »Vorfahren noch die gewöhnliche Blattform besassen«. Goebel (3) weist ferner darauf hin, dass das gegliederte Entwicklungsstadium des Hydrocotyleblattes der gefiederten Blattform der meisten Umbelliferenblätter näher steht als das ausgebildete Blatt. Es war mir aber von nicht geringem Interesse, im Hamburger botanischen Garten schon aus der Gattung Hydrocotyle unter dem Namen Hydrocotyle sibthorpioides Lam. eine Art mit deutlich fünflappigen nicht schildförmigen Blättern kennen zu lernen. Auch die nächsten Verwandten von Tropaeolum majus zeigen bekanntlich schon tiefgeschlitzte (z. B. T. peregrinum) resp. zusammengesetzte Blattform (z. B. T. pentaphyllum). Diese Thatsachen scheinen mir die beste Stütze abzugeben für die Annahme, dass auch die Ursache für das Auftreten gelappter Blattformen in der Ontogenie der genannten schildförmigen Blätter in einer Vererbung von den Vorfahren her zu suchen ist. Dehnen wir die Gültigkeit dieser auf Grund bestimmter Thatsachen entstandenen Annahme verallgemeinert auch auf Pflanzen mit anderer Blattform aus, so kommen wir zu dem in der Zoologie längst zu so grosser Bedeutung gelangten und von F. Müller und Haeckel etwa in folgender Form ausgesprochenen biogenetischen Gesetze: Die Ontogenie ist eine kurze Rekapitulation der Phylogenie, mit der Einschränkung, dass die speziellen Lebensverhältnisse der betreffenden Organe den durch die phyletische Entwicklung bestimmten Entwicklungsgang allerdings in hohem Grade abändern (fälschen) können. Schon in der letzten Bemerkung liegt eine wesentliche Einschränkung, und für viele Fälle wird die Verwendung des Gesetzes zur Erkenntnis der Phylogenie schon deshalb illusorisch werden. Ein Punkt, der ausserdem noch zu beachten ist, soll am Schlusse dieses Abschnittes besprochen werden. Immerhin wird man in der genauen Untersuchung der Blattentwicklung wohl ein zweites Hilfsmittel zur Erkenntnis der Stammesgeschichte sehen dürfen.

Sollte für die Anwendung des biogenetischen Gesetzes auf die Blattentwicklung noch eine Stütze erforderlich sein, so könnte man sie vielleicht in ein paar Analogien finden. So wird ja das embryonale Auftreten und nachherige Abortieren eines Gliedes der Blüte allgemein als ein Zeichen betrachtet dafür, dass dereinst auch die ausgebildete Blüte dieses Glied besass, es aber im Laufe der Phylogenie verloren hat. Und eine

ähnliche bemerkenswerte Anwendung des Gesetzes hat Breitenbach (Über Variabilitätserscheinungen an den Blüten von Primula elatior und eine Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes (Bot. Zeitg. 1880. S. 577) versucht, indem er annimmt, dass die Homostylie der Blüten im frühen Knospenzustande auch auf Homostylie der Vorfahren hindeutet und dass dementsprechend die ziemlich häufig vorkommenden homostylen Blüten an Primula elatior Rückschlagsformen vorstellen. — Wenn man in den genannten Fällen den Parallelismus von Ontogenie und Phylogenie anerkennt, dann wird man ihn schwerlich beim Blatte leugnen können.

Ich kann mir nicht versagen, hier noch eine Betrachtung anzufügen, durch welche sich das »biogenetische Gesetz« direkt aus dem Begriff der Vererbung ergiebt, besonders da sich dabei einige, wie ich glaube, meist übersehene Folgerungen ergeben. Ich schliesse folgendermassen: Wenn wir sehen, wie zu bestimmten Zeitpunkten des Lebens elterliche Eigenschaften bei den Nachkommen wieder auftauchen, so bezeichnen wir den dieser Thatsache zu Grunde liegenden unbekannten Vorgang ja als Vererbung. Da die Eigenschaften aber die Resultate bestimmter Kombinationen von Stoffen und Kräften im Individuum in Verbindung mit den Einwirkungen der Aussenwelt sind, so ist eine Übertragung derselben nur möglich durch direkte Übertragung dieser Stoff- und Kraftkombinationen vom elterlichen Individuum auf die Nachkommen. Nennen wir den Träger derselben einmal Vererbungssubstanz. Durch die Übertragung der Vererbungssubstanz wird aber nicht die Eigenschaft selber, sondern die Anlage dazu, also der Entwicklungsweg übertragen. Wird nun die Vererbungssubstanz auf irgend eine Weise etwas abgeändert, so wird diese Abänderung sich in der gröberen Gestaltung der Organe vielfach doch erst später bemerkbar machen. Es wird also eine grössere oder geringere Zahl von Entwicklungsstadien mit den Entwicklungsstadien beim elterlichen Individuum ganz oder annähernd übereinstimmen, je nachdem die Folgen der Abänderung der Vererbungssubstanz sich später oder früher deutlich bemerkbar machen. Auch das Individuum mit der abgeänderten Eigenschaft wird also in seiner Entwicklung eine gewisse Anzahl von Stadien aus der elterlichen Entwicklung besitzen. Fragen wir aber, woher denn diese verschiedenen Entwicklungszustände der elterlichen Eigenschaft überhaupt kommen, so müssen wir immer weiter zurückgehen in der Vorfahrenreihe und finden die Ursache in der fortgesetzten Übertragung der elterlichen Entwicklungswege. Aus diesen Entwicklungswegen der Vorfahren erhalten sich somit mehr oder minder abgeänderte Stadien in der Entwicklung der Nachkommen.

Es wurde schon gesagt, dass die Übereinstimmung der Entwicklung der elterlichen Eigenschaft mit der der Nachkommen sich über eine verschieden grosse Zahl von Stadien erstrecken kann, je nachdem die Abänderung der Vererbungssubstanz früh oder spät in die Erscheinung tritt. Oder bildlich gesprochen: es kommt darauf an, wo der Entwicklungsweg der Nachkommen vom elterlichen Entwicklungsweg sich abzweigt. Es kann ja aber auch der erstere die direkte Fortsetzung des letzteren sein. In diesem Falle wird dann ein Stadium, welches bei den Eltern den endgültigen Zustand bildete, in die Entwicklung des Nachkommen einbezogen.

Zwei Dinge seien noch besonders hervorgehoben: Nimmt man eine kontinuierliche Entwicklung der Arteigenschaften (keine sprungweise) an, dann fehlen, immer abgesehen von etwaigen »Fälschungen«, in der Ontogenie »reine Entwicklungsstadien«, d. h. solche Stadien, welche keinem phyletischen Endzustand entsprechen, vollständig. Giebt man aber die Möglichkeit einer sprungweisen Entwicklung zu, dann können die ontogenetischen Stadien Eigenschaften haben, welche bei keinem erwachsenen Vorfahren vorhanden waren. In genauerer Form würde dann der obige Satz lauten: der Entwicklungsgang einer Eigenschaft eines Lebewesens enthält Stadien, welche teils reinen Entwicklungsstadien, teils endgültigen Zuständen der betreffenden Eigenschaft bei den Vorfahren entsprechen, beides in mehr oder minder abgeänderter Form.

Der andere hervorzuhebende Punkt ist der, dass nach der gegebenen Darstellung manches phyletische Stadium aus der Ontogenie dadurch ausfällt, dass die Entwicklung vor Erreichung dieses Stadiums einen anderen Weg einschlägt.

Die Ontogenie braucht aus beiden Gründen also nicht das **volle** Abbild der Phylogenie zu sein.

IV. Über Hemmungsbildungen an den Primärblättern und über die Fälle, in denen Primärblätter und Entwicklungsgang des Folgeblattes für die Erkenntnis der Phylogenie unbrauchbar sind.

Ein besonderes Interesse beanspruchen die Keimpflanzen gewisser Papilionaceen wie Vicia Faba und Lathyrus ochrus, sowie Adoxa moschatellina, Arum maculatum u. a. (Goebel 3, S. 252), bei denen die Primärblätter zu Schuppen reduziert sind. Bei Vicia Faba ist das Primärblatt dreispitzig, die äusseren Zipfel stellen Nebenblätter, der mittlere Zipfel stellt die Lamina vor. Diese Blattform kann man unmöglich als ein Vorfahrenblatt betrachten, sie ist, wie Goebel gezeigt hat und auch Kaufholz ausführt, nichts weiter als eine Hemmungsbildung, gehemmt in der Entwicklung in dem Moment, wo schon Nebenblätter gebildet waren, eine weitere Sonderung aber noch nicht eingetreten war. Dass dem so ist, das zeigen die von Goebel (3) angestellten und von Kaufholz wiederholten Versuche, welche darin bestanden, dass der Hauptspross entweder dicht über den Keimblättern oder höher (etwa über dem ersten Primärblatte) abgeschnitten wurde. Infolge verstärkter Nahrungszufuhr bildeten sich dann die sonst den Primärblättern ähnlichen Blätter des Achselsprosses der Cotyledonen mit deutlicher Blattspreite aus.

Welche Ursachen es gewesen sein können, die in der Phylogenie zu solcher extremen Reduktion des Primärblattes führten, kann unerörtet bleiben. Es kam nur darauf an, solche übrigens verhältnismässig seltenen Fälle ausdrücklich als sekundäre Erscheinungen zu bezeichnen.

Bezüglich eines anderen Punktes kann ich Goebel nicht zustimmen. Goebel (2 u. 3) trennt nämlich bei seinen Betrachtungen die Pflanzen mit abgeleiteter von solchen mit

nicht abgeleiteter Blattform, wie das oben schon erwähnt wurde. Zu den ersteren gehören z. B. Ulex und die Phyllodien tragenden Akazien, zu den letzteren z. B. die meisten Ranunculaceen.*) Bei dieser zweiten Gruppe will nun Goebel der Primärblattform keine phylogenetische Bedeutung beilegen. Ich habe schon im Abschnitt II gezeigt, dass kein fundamentaler Unterschied zwischen beiden Gruppen vorhanden ist, möchte hier aber im Anschluss an die erwähnten typischen Hemmungsbildungen (Vicia Faba etc.) ein paar Worte hinzufügen. Goebel betrachtet nämlich auch die meisten dieser Primärblätter als Hemmungsbildungen. Das würde die Annahme einschliessen, das die an entsprechender Stelle gestandenen Blätter der Vorfahren höher entwickelt waren, als die jetzt dort stehenden Primärblätter. Dafür liegt aber, so viel ich sehe, bei den in Rede stehenden Pflanzen kein Grund vor. Gewiss wird man unter den betr. Primärblättern wohl auch solche echten Hemmungsbildungen suchen dürfen. Bewiesen aber ist das meines Wissens nicht (ausgenommen vielleicht Kennedya rubicunda, vgl. Goebel 2).

Doch, auch wenn wir es hier mit Hemmungsbildungen zu thun hätten, meine ich, könnte man denselben eine gewisse phyletische Bedeutung nicht absprechen, falls man das im vorigen Abschnitt behandelte biogenetische Gesetz anerkennt. Von vornherein aberkennen kann man die phyletische Bedeutung wohl erst solchen extremen Gebilden wie den Primärblättern von Vicia Faba.

Bei denjenigen Pflanzen mit abgeleiteter Blattform, bei welchen eine gewisse Reduktion der Blätter stattgefunden hat (z. B. Acacia, Ulex), wo die Folgeblätter thatsächlich Hemmungsbildungen sind (wenn auch meistens in einer anderen Richtung weiter entwickelte Hemmungsbildungen), können wir natürlich an den Entwicklungsstadien des Folgeblattes keine Übereinstimmung mit den Primärblättern erwarten. Denn das Phyllodium einer Acacia wird in seiner Entwicklung nicht die gefiederte Form des durch das Primärblatt wiederholten Vorfahrenblattes enthalten. Es liegt bei jenen Akazien meiner Ansicht nach der oben schon erörterte Fall vor: weil der Entwicklungsweg des neuen Blattes sich in einem sehr frühen Stadium der Ontogenie von dem Entwicklungsweg des Vorfahrenblattes abzweigt, so fallen sehr viele der sonst durchlaufenen Entwicklungsstufen aus, nämlich alle diejenigen, welche sonst auf das betreffende Stadium folgten. Hier ist die Entwicklung des Folgeblattes für die Erkenntnis der Phylogenie unbrauchbar.

V. Über Erhaltung von Jugendformen und über Rückschläge.

Während meistens die Primärblattform schon im ersten Jahre der Folgeblattform weichen muss, giebt es auch Beispiele dafür, dass die Primärblattform länger besteht. Dahin gehört z. B. Eucalyptus globulus und Ähnliches wird im Abschnitt VIII für Alnus glutinosa zu schildern sein. Vielleicht darf man auch hierher Populus euphratica ziehen, für welche Ascherson (1, 2) angiebt, dass strauchartige Exemplare gewöhnlich lanzettliche bis linealische, kurzgestielte, fast oder völlig ganzrandige Blätter haben, während die langen gestielten Blätter des erwachsenen Baumes in ihrer Form und Berandung an

*) Abbildungen derartiger Fälle finden sich sehr zahlreich bei Simek.

Populus tremula erinnern (Citat nach d. Bot. Jahresber. f. 1877). Von solcher regelmässig lange dauernden Erhaltung der Jugendformen soll hier aber nicht weiter die Rede sein, sondern von den infolge äusserer Einwirkung vorkommenden Ausnahmeerscheinungen. Sehr zahlreich sind dieselben allerdings nicht. Denn die Phyllodien bildenden Akazien z. B., welche in unseren Gewächshäusern trotz der von den natürlichen Bedingungen so abweichenden Lebensverhältnisse ihre Phyllodien erzeugen, und noch so manche andere Beispiele, wie etwa die Thatsache, dass Cecropia peltata und Acacia cornigera (Hildebrand 3) trotz Ameisenmangels ihre Ameisenanpassungen hervorbringen, alle diese zeigen, dass die Reihenfolge der Organausbildung speziell der Blattformen im Allgemeinen nicht durch äussere Verhältnisse, sondern durch kräftige Vererbungsursachen ohne Rücksicht auf den jeweiligen Stand der Dinge in der Umgebung geregelt wird.

Immerhin zeigt sich dieses Prinzip mehrfach durchbrochen. Ein einfaches Beispiel dafür bietet Sarothamnus scoparius (vergl. Winkler 1). Die Keimpflanze bringt zunächst dreizählige Blätter hervor. Erst im zweiten oder dritten Jahre treten einfache Blätter auf und zwar tragen die Frühjahrstriebe immer nur dreizählige Blätter, ebenso die Sommertriebe unten (1/4 der Länge), dann erst folgen die einfachen Blätter. Wenn man aber Exemplare, welche sich in sehr feuchten Frühjahren oder an schattigen Plätzen belaubt haben, mit den an trockenen Stellen gewachsenen vergleicht, so fällt auf, dass bei den ersteren die dreizähligen Blätter viel zahlreicher aufgetreten sind als bei den letzteren. Hier wirkt also grössere Feuchtigkeit und Beschattung erhaltend auf die Jugendform, eine Thatsache, die völlig im Einklang steht mit der biologischen Bedeutung, welche wir der Reduktion der Blattform von Sarothamnus zuschreiben, nämlich Verminderung des Transpirationsverlustes. — Ähnliches führt Goebel (4, S. 290) für Sagittaria sagittaefolia aus. Dort bleibt die Bandform der Primärblätter, wenn die Pflanze in tiefem oder rasch strömendem Wasser wächst, an einer viel grösseren Zahl von Blättern erhalten, als wenn die Pflanze sich in seichtem Wasser entwickelt. Und ebenso wie die Keimpflanze verhält sich, was gleich hinzugefügt sei, nach Goebel der im Frühjahr aus einer überwinterten Knolle entstandene Spross. Entsprechende Beobachtungen endlich machte Goebel (4. II. S. 285 und 295) an Alismaarten und an Scirpus lacustris.

Diese Thatsachen führen uns direkt zu den typischen Rückschlagserscheinungen. Eine Pflanze von Sarothamnus, welche nur noch dreizählige Blätter trüge, würden wir offenbar schon als eine Rückschlagsform bezeichnen, selbst wenn sie niemals andere Blätter getragen hätte, wenn es sich also um einfache Erhaltung der Jugendform handelte.

So reiht sich denn hier der interessante Versuch an, welchen Goebel (4, 1, S. 19) an Veronica cupressoïdes ausführte. Kultivierte er zur Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes der umgebenden Luft die Pflanze, deren Blätter normal schuppenförmig und anliegend sind, unter einer Glasglocke, so wurden die neugebildeten Blätter grösser und abstehend. Möglicherweise würden sich entsprechende Beobachtungen bei geeigneter Versuchsanordnung auch bei Ulex europaeus machen lassen.

Einen so deutlichen und plausiblen Zusammenhang zwischen den äusseren Bedingungen und der Blattform, wie wir ihn speziell bei Sorothamnus scoparius und Veronica

cupressoïdes fanden, werden wir bei den nunmehr folgenden Beispielen nicht wieder sehen. Zu den bestimmtesten Angaben, welche vorliegen, gehören noch die von Beyerinck zu Beissners Untersuchungen an den Retinisporen*) gemachten Bemerkungen. So hat Beyerinck beobachtet, dass die Dauer des jugendlichen Habitus von Chamaecyparis Lawsoniana, Thuja occidentalis und Biota orientalis bei verschiedenen Individuen der nämlichen Aussaat sehr verschieden ist und zwar abhängig ist von besserer oder schlechterer Ernährung, d. h. dass alle Umstände, welche die Ernährung beeinträchtigen, die Erhaltung der Jugendcharaktere begünstigen**). So erklärt es sich auch, dass Frostschaden, Insektenfrass, pflanzliche Parasiten***) und zufällige Wurzelverwundungen selbst bei höher stehenden Knospen Jugendhabitus veranlassen. Die Thatsache, dass Erneuerungssprosse an der Übergangsform von Chamaecyparis sphaeroidea Andelyensis in der Nachbarschaft der Schnittwunde ebenfalls Jugendcharaktere zeigten, steht vielleicht ebenfalls mit dem eben Angeführten in Zusammenhang.

Keineswegs ist es immer mangelhafte Ernährung, welche zur Bildung von Rückschlagsformen führt. Das zeigt das folgende von Hildebrand (3) angeführte Beispiel. H. liess ein Exemplar von Eucalyptus globulus, welches bis dahin in einem sehr engen Gefässe gestanden hatte, ins freie Land setzen. Darauf wuchs die Krone nur schwach weiter, dagegen zeigten sich am Stamm in dichtgedrängten Büscheln Zweige (manchmal bis zu 10), welche statt der lanzettlich-sichelförmigen, gestielten und vertikal gestellten Folgeblätter, eiförmige, gegenständige, ungestielte, horizontal stehende Blätter trugen. Diese Blattform aber entspricht genau derjenigen, welche die junge Pflanze im ersten Jahre ausschliesslich trägt.

Derartige Beobachtungen, dass ältere Stämme oder Äste Zweige mit Jugendhabitus (also Rückschlagssprosse) hervorbringen, und zwar wohl meistens infolge stärkerer Ernährung, sind häufig gemacht. So hat Goebel (1) am unteren Teile des Stammes einer mehrere Meter hohen Callitris quadrivalvis im Münchener botanischen Garten benadelte Sprosse beobachtet. Auch die Stämme von Colletiaarten trugen, wie Goebel (4) berichtet, manchmal Zweige, welche vollentwickelte Blätter und reduzierte Dornen hervorbrachten, also offenbar eine Annäherung an die Stammform zeigten. Und hinzufügen kann ich, dass ich dieses Jahr solche Rückschlagssprosse, wie einer von Goebel abgebildet ist, zahl-

*) Eine eingehende Zusammenstellung der Keimpflanzenverhältnisse von Gymnospermen überhaupt haben Goebel (3, S. 255) und Schenck gegeben. — Die Beissner'schen Entdeckungen über »Fixierung« von Jugendformen übergehe ich hier.

**) Als Bestätigung von B.'s Resultaten kann ich anführen, dass der Coniferenzüchter Herr Ansorge in Klein-Flottbeck bei Altona mir mitteilte, er habe die Beobachtung gemacht, dass mehrere Exemplare von Chamaecyparis pisifera plumosa nach Kalidüngung, also reichlicher Ernährung, plötzlich mehrere Zweige mit der Folgeblattform (anliegende Schuppen) hervorbrachten.

***) Auch hierfür hat mir Herr Ansorge ein Beispiel vorgeführt. Er besitzt mehrere Exemplare von Juniperus Sabina, welche alljährlich zahlreiche Zweige mit Nadeln hervorbringen. Aber ebenso regelmässig erscheint auf den Pflanzen die Peronospora juniperina. Herr Ansorge macht hier wie B. den Pilz für das Auftreten der Jugendform verantwortlich.

reich an mehreren Colletien des Hamburger botanischen Gartens sah, welche im Frühjahr ausserordentlich weit zurückgeschnitten waren.

Die Erscheinung, dass stark zurückgeschnittene Stämme Zweige mit Jugendhabitus hervorbringen, ist von Hildebrand (3) für mehrere Pflanzen erwähnt worden. So bildete ein solcher Stamm von Eucalyptus globulus Zweige mit Keimpflanzencharakter. Ferner traten an einem 10 cm dicken Stamm, welcher im Herbst bis auf 1 m Höhe abgesägt war, Anfang Juni neue Zweige auf, an denen einige Blattstiele nur wenig verbreitert und mit 2 oder 3 Fiederblättchen versehen waren. An einem kränkelnden und darum zurückgeschnittenen Exemplar von Acacia cornigera wurde sodann beobachtet, dass den ersten Blättern der Stammsprosse die beiden Ameisenanpassungen (stark entwickelte Dornen zur Wohnung und gelbe Körper an der Spitze der Blättchen zur Nahrung) noch fehlten, dass z. B. die Nebenblätter nur ganz schwach verdornt waren. Erst nach Bildung von mehreren solchen Blättern traten dann die normalen Folgeblätter auf.

In einer älteren Arbeit (1) hat Hildebrand als atavistisch zu deutende Erscheinungen geschildert, welche sich zeigten, ohne dass die Pflanzen zurückgeschnitten waren. Stecklinge von Mühlenbeckia platyclada z. B. brachten statt der Schuppen Blätter hervor. Russelia juncea und R. junceoïdes zeigten ebenfalls bemerkenswerte Erscheinungen. Bei beiden Arten tragen fast alle die hängenden stark verästelten Zweige nur an den äussersten Verzweigungen unscheinbare Schüppchen und an den vorhergehenden Gliederungen der Pflanze kleine pfriemliche bis lanzettliche Blättchen. Nahe der Basis der Pflanzenstöcke aber finden sich kräftige Schösslinge mit ziemlich grossen Blättern, während die Zweige in den Achseln dieser Blätter schon wieder Übergänge in den Schuppen zeigen. Hier spielt also offenbar die stärkere Ernährung wieder eine Rolle. Goebel giebt sodann an (4 II, S. 78 u. 79, auch Abbildg.), dass Rhizome älterer Darlingtonien oft Seitensprosse hervorbringen, welche Blätter von der Form der Primärblätter tragen, die aber andererseits mit Sarraceniablättern Ähnlichkeit haben. Ähnliches berichtet auch Askenasy von Ruscus racemosus. Dort treten an den unteren Teilen oberirdischer Sprosse gelegentlich langgestielte, eiförmige Blätter auf. Nach Ascherson (2) nehmen ferner die Blätter der Stammsprosse von Populus euphratica an der Gestaltung der Strauchblätter (s. o.) teil. Nach Cohn (1) tragen die unteren Sprossen von Ampelopsis tricuspidata v. Sieb. u. Zucc. (A. Veitchii hort.) gefingerte Blätter (wie auch die Keimpflanzen), die oberen aber ganzrandige oder gelappte. Die Blätter der Hauptstämme von Rubus idaeus integrifolius A. Braun sind nach Potonié (1) meistens ganz, die der »Schösslinge« aber dreiteilig.

Die in den angeführten Beispielen hervortretende Regel, dass es die älteren (unteren) Teile der Pflanze sind, welche die Rückschlagssprosse erringen, liesse sich noch an manchem anderen Beispiel bestätigen. Tilia ulmifolia, Alnus glutinosa, Betula alba und pubescens, Berberis vulgaris, vielleicht auch Populus tremula*) könnten hier erwähnt werden. Ich werde aber diese Pflanzen, soweit ich sie schon genau genug beobachtet

*) Von dieser Pflanze kenne ich keine Keimpflanzen.

habe, im Abschnitt VIII im Zusammenhang behandeln, verweise also hier auf diesen Abschnitt.

Es ist hier der Ort, kurz einzugehen auf die ebenfalls über atavistische Erscheinungen handelnden zahlreichen Arbeiten, welche von Ettingshausen (1—5), Krašan (1—4) sowie beide Autoren gemeinschaftlich (1—4) veröffentlicht haben. Die Autoren haben besonders die Gattungen Quercus, Fagus und Castanea studiert und haben die vor allem nach Frost oder Insektenfrass an den Ersatztrieben auftretenden Blattformen gesammelt. Es zeigte sich, dass der Spross dann eine wesentliche Umwandlung erfahren hatte, indem er nunmehr eine Reihe von Blattformen hervorbrachte, welche stark an gewisse fossile Reste erinnerten. In seinem »Pflanzenleben« hat sich allerdings v. Kerner sehr entschieden gegen etwaige Deutungen derartiger Blattformen ausgesprochen, wenn auch ohne Anführung bestimmter Beispiele. Er betont, dass dieselben nichts weiter sind als die Glieder der gewöhnlichen »Metamorphose« des Blattes, wie sie uns die Keimpflanze vorführt. Aber gerade diese Bemerkung lässt sich in unserm Sinne weiter benutzen. Denn da wir im Obigen den Blattformen der Keimpflanzen (von wenigen Ausnahmen abgesehen) phylogenetischen Wert beilegen mussten, werden wir denselben den erwähnten »Frostsprossen« etc. jedenfalls nicht ganz absprechen können. — Von der Auffassung, welche sich v. Ettingshausen und Krašan gebildet haben, weicht diese Vorstellung allerdings wesentlich ab. Die Verfasser betrachten das Auftreten der verschiedenen Blattformen als einen Vorgang von »Formzerlegung«. Der Frost oder Insektenfrass hat nämlich nach ihrer Auffassung eine Störung des innern Gleichgewichts, die Erzeugung eines labilen Zustandes zur Folge. Dieser Zustand äussert sich darin, dass die Vererbungsursachen, welche als Ganzes wirkend zu der Bildung der einen Normalblattform führten, nunmehr unabhängig von einander wirkend, verschiedene Blattformen erzeugen. Vereinigt sind die verschiedenen (übrigens entwicklungsunfähigen oder originären, also nur kombinierbaren) Formelemente im Laufe der Phylogenie durch Kreuzung, z. T. sind sie nur gemischt, z. T. haben sie sich durchdrungen. Indem sie getrennt werden, z. B. durch die Wirkung des Frostes, müssen dann natürlich die Blattformen der Vorfahren zum Vorschein kommen. Diese Auffassung weicht, wie gesagt, von der meinigen ab. Ob die letztere das von den genannten Autoren zu Tage geförderte reiche Beobachtungsmaterial völlig erklären kann, darüber kann ich mir kein Urteil erlauben, weil mir eigene Beobachtungen dieser Art gänzlich fehlen.

In der Richtung von v. Ettingshausen und Krašan ist auch Krasser thätig gewesen. In einer seiner Arbeiten (3) stellt er etwa folgende Sätze auf, die zur Vervollständigung der obigen Charakteristik dieser Richtung dienen können: Neue Formen sind entweder regressiv (atavistisch) oder progressiv. Sie haben ihre Ursache in der Organisation der Pflanze, müssen aber ausgelöst werden durch äussere Einflüsse. Solche Einflüsse sind: 1. gewisse Kulturmethoden; so treten z. B. regressive Blattformen an Salisburia adiantifolia auf, wenn die Pflanzen seit der Keimung in Knop'scher Nährlösung gezogen waren; 2. Witterungseinflüsse; 3. wiederholter Insektenfrass; 4. Schädigungen von Menschenhand (wiederholtes Beschneiden). In einer anderen Arbeit (2) sagt derselbe Autor: »Die Polymorphie des Laubes ist zum Teil bedingt durch das Auftreten atavistischer Formelemente.

Das Studium der Polymorphie des Laubes gewährt Anhaltspunkte für die Feststellung der Phylogenie des betreffenden Objektes«. — Schliesslich möge hier noch Platz finden die von Krasser (1) angegebene Thatsache, dass bei Platanus occidentalis besonders die an den Stammsprossen kränkelnder Individuen sich findenden Blätter sehr ähnlich sind gewissen fossilen Blättern des Tertiärs, welche man als P. aceroides bezeichnet hat. Besonders die keilförmige Basis ist ein Charakteristikum jener alten Platanenblätter.

Während in den bisher besprochenen Beispielen wenigstens irgend eine Regel die Entstehung der Jugendformen (Rückschläge) zu beherrschen schien, sei nun noch kurz hingewiesen auf diejenigen Fälle, in denen z. B. einzelne Knospen, ohne dass man dafür irgend eine Ursache zu finden wüsste, aberrante und eventuell Rückschlagsformen hervorbringen (Knospenvariation). Als Beispiel kann das Exemplar von Juglans regia dienen, an welchem nach Hildebrand (2) Zweige beobachtet wurden, die einfache oder nur unten mit einem Seitenlappen versehene oder dreiteilige Blätter trugen (Hemmungsbildungen). Weitere als Rückschläge zu deutende Beispiele von Knospenvariation sind mir nicht bekannt, abgesehen von den bekannten Thatsachen bei Cupressineen. — Zu den Erscheinungen, welche regellos aufzutreten scheinen, gehören auch die von Kronfeld (1, 2) genauer untersuchten abnormen Nadelverhältnisse der Pinusarten. Es ist wohl anzunehmen, dass die Arten mit zweinadligen Kurztrieben von Formen mit mehrnadligen Trieben abstammen. Nehmen wir das als sicher an, so ist das häufige Auftreten von 3 und seltenere Auftreten von gar 4 oder 5 Nadeln als ein Rückschlag zur Nadelzahl der Vorfahren aufzufassen. — Nach der Darstellung, welche Krasser (2) von dem Polymorphismus des Liriodendronlaubes giebt, würden auch die regressiven Blattformen dieser Pflanze hierher zu rechnen sein. Nach meinen eigenen Beobachtungen sind aber diese Formen wenigstens zum Teil regelmässige Glieder der Blattreihe des Normalsprosses und somit im nächsten Abschnitt zu behandeln. Ob sich das von allen Blattformen, welche Krasser erwähnt, sagen lässt, kann ich nicht entscheiden, da ich noch nicht alle beobachtete. — Jedenfalls aber muss hier die Bemerkung von Holm Platz finden, dass bei Liriodendron tulipifera eine rudimentäre Verlängerung der am Grunde der Einkerbung endenden Hauptrippe über die Blattfläche hinaus vorkommt, eine Erscheinung, welche Holm dahin deutet, dass Liriodendron von einer Form mit längerer Mittelrippe, deren Blätter also am Ende keinen solchen Einschnitt trugen, abstammt, also vielleicht von einer Form mit Magnoliablättern. Auf die übrigen Thatsachen der Holm'schen Arbeit kann ich nicht eingehen, weil mir nicht die Originalarbeit, sondern nur ein Referat zur Verfügung steht. Damit schliesse ich die Aufzählung solcher regressiven Blattformen, welche ausserhalb der Blattreihe der Keimpflanze oder der Blattreihe des Normalsprosses auftreten. Sehen wir ganz ab von den Fällen, wo die »Jugendform« von der Keimpflanze her erhalten bleibt, so kann man als Veranlassungen für das Auftreten von Rückschlagsformen bezeichnen: 1. Herstellung der ursprünglichen Lebensverhältnisse (z. B. bei Veronica cupressoïdes). 2. Sehr verschiedenartige Störungen. Die Ernährungsstörungen können von zweierlei Art sein, indem sie auf eine bessere oder schlechtere Ernährung hinzielen. Für beide Fälle fanden sich Beispiele. Jedenfalls aber handelte es sich jedesmal um eine Störung.

Dabei sei noch besonders betont, dass mangelhafte Ernährung bei den Cupressineen keineswegs die reduzierte Blattform (Schuppe) veranlasst, sondern im Gegenteil die höher entwickelte Nadelform, während andere Beispiele wieder zeigen, dass gerade starke Ernährung die »höhere« Blattform bedingt. Dieser Gegensatz zeigt so recht deutlich, dass die erwähnten Störungen einzig und allein als auslösende Reize betrachtet werden dürfen, dass die nach ihrer Einwirkung auftretenden Erscheinungen nicht direkte Folgen derselben sind. Der Gegensatz weist uns vielmehr darauf hin, dass es die inneren Verhältnisse der Pflanze sind, die Vererbungsresultate, welche im Wesentlichen die Organbildung regulieren. Zu derselben Entscheidung nötigt uns z. B. auch die Beobachtung von Goebel (4 II, S. 288, auch Abbildg.), dass als Landpflanzen durchwinterte alte Exemplare von Eichhornia azurea plötzlich scheinbar ohne jeden Anlass Sprosse mit bandförmigen, also von den Normalblättern durchaus abweichenden Blättern hervorbrachten, welche dagegen mit Primärblättern*) übereinstimmten und, da die Primärblattform hier wohl mit ziemlicher Sicherheit auch als die phyletisch ältere bezeichnet werden kann, als Rückschlagserscheinungen anzusprechen sind. Dieser Fall ist wichtig im Vergleich mit dem, was oben nach Goebel über Sagittaria und Alisma berichtet wurde. Dort ist das Auftreten der Primärblattform auch an ziemlich spät entwickelten Blättern offenbar durch die abweichenden Lebensverhältnisse (tieferes Wasser etc.) veranlasst. Aber Eichhornia, die als Wasserpflanze sonst ganz ähnlichen Verhältnissen angesetzt ist wie Sagittaria, zeigt uns, dass diese Verhältnisse nur von ganz untergeordneter Bedeutung sind, dass es sich, wie auch Goebel bemerkt, »doch nur um die Entfaltung oder Nichtentfaltung einer in der Pflanze vorhandenen Anlage« handelt, »nicht um eine Einwirkung auf die Art der Organbildung**) selbst«. Wenn wir also finden, dass die Natur der Reize, welche zur Rückschlagsform führen, untergeordneter Art ist, so gewinnt an Bedeutung dadurch die aus einer grossen Reihe von Beispielen sich ergebende Regel, dass besonders die Basis des Pflanzenstocks oder doch ältere Teile desselben die atavistischen Formen aus sich hervorgehen lassen. Goebel (4 I, S. 16, ähnlich II, S. 78) deutet diese Erscheinung dahin, »dass Rückschlagssprosse vornehmlich an solchen Stellen auftreten, welche den Stellen intensiven Wachstums ferne liegen und zu denen, allgemein gesprochen, nur ein geringer Zufluss von Bildungsstoffen stattfindet«. Wenn aber auch die Stellen, wo Rückschlagssprossen entstehen, normalerweise fern den Orten intensiven Wachstums sind, so tritt an den Rückschlagssprossen selber oft ein recht intensives Wachstum hervor. Goebel legt, wie es scheint, grosses Gewicht auf die Ernährungsverhältnisse und es scheint, dass er geneigt ist, anzunehmen, die gleichen Bildungen würden auch an anderen Stellen des Pflanzenstocks auftreten, wenn die allgemeinen Ernährungsverhältnisse der Stellen,

*) Bandförmige Primärblätter kommen ja noch bei vielen anderen Wasserpflanzen vor, besonders bei Monocotyhen (vgl. z. B. Goebel 4). Ob dieselben immer auch phyletisch älter sind als die späteren Blätter oder ob sie in einigen Fällen nicht echte Hemmungsbildungen sind, kann ich nicht entscheiden. Es schien mir das Beste zu sein, dieses schwierige Gebiet vorläufig noch fast unberücksichtigt zu lassen.

**) Bemerkenswert sind auch noch die einschränkenden Ausführungen, welche Goebel (4, II, S. 318) über die Einwirkung des Mediums auf die Blattform macht.

an denen sonst Rückschlagssprosse sich bilden, sich dort wiederholten. Dafür aber liegt wohl kein Grnnd vor. Mir scheint, man kann vorläufig nur feststellen, dass Rückschlagssprosse auf bestimmte Orte beschränkt sind (vergl. den Schlussabschnitt) und dass ihre Entstehung durch verschiedene Störungen (Reize) ausgelöst werden kann.

VI. Die Blattreihe des Sprosses und die Hochblattreihe.

Bei vielen unserer Winterknospen bildenden Pflanzen kann man beobachten, dass die im Frühjahr zuerst gebildeten Blätter von dem Normalblatt wesentlich abweichen. Ich will von den leicht in grosser Menge zu beschaffenden Beispielen nur diejenigen herausgreifen, welche ich in der Litteratur erwähnt gefunden habe. So schildert z. B. Loew, dass jüngere Sprosse von Clematis recta mit einigen schuppenförmigen Niederblättern beginnen, auf welche 2 Paar ungeteilte und eiförmige Laubblätter folgen. Dann erst treten drei-, fünf- und schlicsslich siebenzählige Blätter auf. Bei Dictamnus Fraxinella liegen die Verhältnisse ähnlich. Bei Sagittaria sagittifolia treten nach Goebel (1, S. 834) an den im Frühjahr entstehenden Ausläufern zuerst bandförmige Blätter auf. Übergangsformen führen dann zu dem pfeilförmigen Normalblatt und zwar entsprechen die Glieder der so gebildeten Blattreihe des Sprosses den Entwicklungsstadien des einzelnen Normalblattes. — Als drittes Beispiel diene Populus alba (vgl. Krašan 3). Dort treten zuerst (im Frühjahr) 5 bis 8 rundliche ausgebissen gezähnte Blätter auf, später wächst der Spross weiter und bildet noch eine grosse Anzahl von gelappten Blättern. — Hier findet also ein Fortschreiten vom Einfachen zum Komplizierteren statt. Den entgegengesetzten Fall erwähnt Hildebrand (1) für Chondrilla juncea. Jedes Frühjahr zeigen die am Grunde der Pflanze entstehenden neuen Sprosse zuerst nur Schrotsägeblätter, wie sie auch die Keimpflanze zuerst hervorbringt, dann erst treten die linealen mit der Kante nach oben gekehrten Blätter auf. Ebenfalls ein Übergehen vom Komplizierten zum Einfachen zeigt Armoracia rusticana (Hildebrand 1), wo die Frühjahrsschösslinge zuerst fiederspaltige Blätter hervorbringen, welche in die breiten am Rande gebuchteten und gekerbten Blätter übergehen. Dahin zu stellen ist auch Hildebrands (1) Schilderung von Oxalis rusciformis. Bei dieser Pflanze sind die unteren Blätter des Sprosses in einen blattspreitenartigen Stiel und die eigentliche Blattspreite gegliedert, während die höher stehenden Blätter ungegliedert sind. Bei Berberis vulgaris ferner (vgl. Goebel 1, S. 826) zeigen die Langtriebe unten wohl ausgebildete Laubblätter, während dieselben weiter nach oben verdornt sind. Dabei treten häufig deutliche »Übergangsformen« auf, eine Erscheinung, welche, wie im Abschnitt VIII gezeigt werden soll, auch die Keimpflanze aufweist.

Die bisher vorgeführten Beispiele habe ich in zwei Gruppen geteilt, solche, in denen ein Fortschreiten vom Einfachen zum Komplizierteren und solche, in denen das

Gegenteil stattfindet. Für die Fälle der ersten Gruppe hat Goebel (1, S. 834) die Ansicht geäussert, dass die einfachen Formen Hemmungsbildungen sind. Aber abgesehen davon, dass gegen die Berechtigung dieses Ausdrucks an sich in den meisten der Fälle vielleicht dasselbe eingewendet werden kann*), wie bei der Blattreihe der Keimpflanze (s. o.), ist die Erklärung unbefriedigend, denn sie trifft nicht zu für die zweite Gruppe. Die einfacheren Blattformen der ersten Gruppe werden ja thatsächlich im Wesentlichen den Entwicklungsstadien der komplizierteren entsprechen, wie das Beispiel von Sagittaria zeigt. Dagegen lässt sich das Berberitzenblatt nicht als gehemmter Dorn bezeichnen, ebenso wenig wie das Akazienprimärblatt ein gehemmtes Phyllodium ist. Im Gegenteil: das Normalblatt (Dorn) ist hier als eine besonderen Funktionen angepasste Hemmungsbildung des Anfangsblattes (sprossbeginnenden Blattes) zu bezeichnen. Eine gemeinschaftliche Erklärung können wir nur in der Annahme finden, dass auch die Abweichungen der Anfangsblätter des Sprosses von den Endblättern (Normalblättern) ebenso wie die Form der Primärblätter durch Vererbung bestimmt ist, abgesehen natürlich von den besonderen Funktionen angepassten und echte Hemmungsbildungen vorstellenden Knospenschuppen. Man wird danach wohl wie in den Primärblättern so auch in den Anfangsblättern späterer Sprosse im Allgemeinen Abbilder der Blattform der Vorfahren sehen müssen*).

Die Pflanzen, an denen der Spross jedesmal oder doch häufig verschiedene Blattformen hervorbringt, sind ja allerdings in der Minderzahl, obwohl sich noch manches Beispiel, wenn auch nicht besonders auffallender Art, finden liesse. Ich erwähne als bekanntere Fälle nur noch Populus euphratica**) (Schimper-Schenck S. 460. Fig. 11—14), Acer Negundo, Sambucus, Clematis vitalba, Rubus Idaeus, Solanum Dulcamara.

Das scheint mir jedoch kein Hindernis für die gegebene Erklärung zu sein, denn auch die Verdrängung der Vorfahrenblattformen an der Keimpflanze durch das Normalblatt ist bis zu einem sehr verschiedenen Grade gediehen. Bringen doch manche Pflanzen mit komplizierter Folgeblattform Primärblätter hervor, welche den Folgeblättern ganz gleich sind, während andererseits Pflanzen mit ziemlich einfachen Folgeblättern nichtsdestoweniger abweichende Primärblätter tragen.

Im Allgemeinen ist, kann man sagen, die Verdrängung der Vorfahrenblätter am Spross weiter gediehen als an der Hauptachse der Keimpflanze; das zeigen manchmal schon die ersten Seitensprosse der Keimpflanze, z. B. bei Phyllantusarten (vergl. Hildebrand (1).

Übrigens haben schon mehrere Autoren in der Blattreihe des Sprosses eine auffallende Gesetzmässigkeit gefunden und ihr phylogenetische Bedeutung beigelegt. So baut z. B. Krasser (2) auf die Resultate der Arbeiten von v. Ettingshausen und Krašan den Schluss: »Die Aufeinanderfolge der Formelemente am Spross (Succession) scheint bestimmten Gesetzen zu gehorchen« und aus den bei ihm vorhergehenden Bemerkungen

*) Es braucht wohl kaum betont zu werden, dass ich damit das Vorkommen von Hemmungsbildungen, welche keinem phyletischen Stadium entsprechen, nicht leugnen will. Aber ich glaube, die Mehrzahl der Formen ist in der obigen Weise zu erklären.

**) Ähnlich die fossile vielleicht damit identische Populus mutabilis; vgl. Schimper, Taf. 88, Fig. 1—5.

geht hervor, dass er wenigstens zum Teil auch diese verschiedenen Blattformen als atavistische Erscheinungen betrachtet. — Ferner sagt Pax über die Gattung Acer: Die im Herbst gebildeten Blätter sind tiefer geteilt, am Grunde tiefer ausgeschnitten und selbst bei den typisch ganzrandigen nicht selten auch in irgend einer Art gezähnt, also phylogenetisch weiter vorgeschritten. In auffallender Weise zeigen sich diese Unterschiede bei dem bekannten A. monspessulanum, im übrigen wohl auch bei allen anderen Arten. Es kann diese Erscheinung auch als Stütze dafür dienen, dass das aufgelöste Blatt der Ahorn-Arten nicht das primär Gegebene vorstellt«. — Die Arbeit von Jankó über die Abstammung der Platanen, benutzt sogar als wesentliches Hülfsmittel für phylogenetische Untersuchungen die Blattreihe des Sprosses. Aus den Resultaten (S. 417) sei folgendes mit Jankó's Worten hervorgehoben:

1. »Auf den Frühjahrstrieben waren viele solche Blattformen zu treffen, welche weder an den Sommer- noch an den Herbsttrieben vorkommen, hingegen bei etlichen der ältesten geologischen Arten zu finden sind«.
2. »An den Sommertrieben stehen viele Blätter, welche teils den an den Frühjahrstrieben auftretenden, teils den in jüngeren geologischen Formationen auftretenden ähnlich sind«.
3. »An den Herbsttrieben ist die Zahl der verschiedenen Formen am kleinsten und an diesen tritt der Artentypus am stärksten hervor«.
4. »Sämmtliche Formen fand ich beinahe ohne Ausnahme an den astbeginnenden Blättern vor«.

Die Angaben, welche Krasser (2) über den »Polymorphismus« des Laubes von Liriodendron tulipifera macht, lassen nicht erkennen, ob die aufgeführten atavistischen Blattformen, welche den abgebildeten fossilen Blättern (von der Kreide an aufwärts) entsprechen sollen, der Blattreihe des Normalsprosses oder Stammsprosses (Rückschlagssprossen) angehören. Zum Teil ist vielleicht das letztere der Fall. Die Arbeit von Holm über den Gegenstand, war mir leider nicht zugänglich. Aber aus dem zitierten Referat ersehe ich, dass Holm, der auch die Keimpflanze beobachtete, eine Abhängigheit der Blattform von der Stellung der Blätter konstatierte. Ich habe kürzlich ebenfalls auf diese Blattformen geachtet und kann hinzufügen, dass thatsächlich die von Krasser abgebildeten Blattformen zum Teil an der Basis des Normalsprosses auftreten, dass sie sich aber ganz besonders an den Kurztrieben finden. Wenn am Ende eines Langtriebes manchmal solche Blattformen erscheinen, so erklärt man das physiologisch wohl am einfachsten als Hemmungsbildung. Dass thatsächlich eine Hemmung des Wachstums stattfindet, das geht hier wie bei den Sprossenden so mancher anderen Pflanzen schon aus der geringeren Grösse der Blätter (verglichen mit der der vorhergehenden) hervor. Vielleicht ist auch das äusserste Sprossende mit dem letzten Blatt oder den beiden letzten Blättern sowie der Gipfelknospe den in der Achsel der tiefer stehenden Blätter oft entstehenden ein- oder zweiblättrigen Kurztrieben zu vergleichen, sodass man also hier wie in den anderen Fällen sagen könnte: Die Sprossbasis bringt, sofern ihre Blattform von derjenigen der Spitze abweicht, die phyletisch ältere Blattform hervor; der Grund dafür ist in Vererbungsvor-

gängen zu suchen. Das will ich aber keineswegs der ersten Erklärung entgegenstellen. Beides verträgt sich vollkommen miteinander, denn das Mittel zur Erreichung des durch Vererbung bedingten phyletisch älteren Zustandes kann ja sehr wohl eine »Hemmung« des Wachstums sein. — In anderen Fällen freilich, wo das Anfangsblatt des Sprosses den komplizierteren Bau zeigt, wie in einigen der erwähnten Fälle, hat diese Hemmung umgekehrt an den Endblättern stattgefunden.

An die Betrachtung des Laubsprosses schliessen sich am besten ein paar Worte über die Hochblätter blühender Sprosse an. Dieselben sind ja wohl im Allgemeinen wie die Knospenschuppen (Niederblätter) als in der Entwicklung gehemmte Laubblätter zu betrachten, oftmals besonderen Aufgaben angepasst. Sie müssen demnach, von den Anpassungen abgesehen, Stadien aus der Entwicklung der betreffenden Laubblätter wiederholen und die Reihe der »Übergangsformen« von Laubblättern zu Hochblättern (Hochblattreihe) kann, wie die Blattreihe des Sprosses, demnach offenbar ein Bild von der phyletischen Entwicklung des Blattes geben, nur in umgekehrter Reihenfolge. Dass dieses Bild unter Umständen ein ausserordentlich unvollständiges sein wird, ergiebt sich daraus, dass, wie oben ausgeführt wurde, die Ontogenie nur in beschränktem Masse ein Abbild der Phylogenie ist. Ich habe die Hochblattreihe auch nur der Vollständigkeit halber hier erwähnt, denn eingehende Beobachtungen zur Stütze der eben ausgesprochenen Ansicht habe ich nicht gemacht. Erwähnen will ich hier nur noch, dass, wenn Anlagen, die ihrer Stellung nach als Hochblattanlagen zu betrachten sind, sich zu Laubblättern entwickeln, die dabei eventuell auftretenden »Übergangsformen« ebenfalls als Hemmungsbildungen zu betrachten sind, also ungefähr die gleichen Formen zeigen müssen, wie die etwaigen »Übergänge« vom Laubblatt zum Hochblatt. Ich denke dabei speziell an ein durchwachsenes weibliches Birkenkätzchen, welches ich beobachtete und an welchem also oben kleine Laubblätter ausgebildet (Fig. 4 und 5) waren, aber relativ breit und mit wenigen relativ grossen Zähnen. *) So etwa müssen auch die eventuell am Grunde des Kätzchens zu beobachtenden Übergangsformen aussehen. Das Bemerkenswerteste an der Erscheinung ist aber die Annäherung dieser Blattform an gewisse Primärblätter (Fig. 6) und Blattformen der Stammsprosse sowie an die Blattform von Betula nana. Doch gedenke ich gerade die Beobachtugen an Betula, für welche mehrere, nunmehr aber leider als missglückt zu betrachtende Kulturen vorbereitet waren, fortzusetzen, so dass ich mich auf diese Bemerkungen hier beschränken will.

---

*) Doch fanden sich auch hier Formen, welchen man infolge ihres ganz abnormen Aussehens unter keinen Umständen phyletische Bedeutuug beilegen kann. Bei ihnen war offenbar das Längenwachstum der mittleren Blattpartie frühzeitig sistiert worden, so dass die Blätter vorn fast gerade abgestutzt erschienen.

VII. Über progressive Blattformen.

Die bisher betrachteten »aberranten« Blattformen liessen sich, von einigen extremen Hemmungsbildungen abgesehen, als regressive Formen deuten. Wenn aber die organische Welt stetigen Veränderungen unterliegt, so müssen wir erwarten, unter den aberranten auch progressive Formen zu finden. Da ich mich mit diesen Blattformen erst wenig beschäftigt habe, so sei vorläufig nur auf einige Litteraturangaben hingewiesen. In dieser Hinsicht ist mein Litteraturverzeichnis entschieden sehr lückenhaft, besonders weil ich die ältere und die mehr gärtnerische Litteratur nicht berücksichtigt habe. Ich verweise nur auf Buchenau, wie dessen Referat in Bot. Z. 1894 S. 213, Callier, Göppert, Hieronymus, Hildebrand (2), Magnus (2, 3, 4), Roedel, D. v. Schlechtendal, Schöpke, v. Widenmann (1 und 2), sowie auf die Handbücher von Koch und Dippel (hier auch Litteraturangaben). Vorstellungen über den Mechanismus der Erzeugung solcher Formen kann man sich natürlich heute noch nicht machen, aber auch die auslösenden Ursachen sind, von wenigen Fällen abgesehen, noch völlig unbekannt.

Vielfach ist der Einfluss von Insekten und Milben für die Entdeckung solcher Formen verantwortlich gemacht (vgl. v. Widenmann). Besonders anführen will ich hier die Beobachtungen von v. Ettingshausen und Krašan (3, S. 10) an Corylus Avellana. Die Knospen dieser Pflanze sind bekannntlich häufig stark angeschwollen und von einer Unzahl von winzigen Gallmilben bewohnt, was besonders im Herbst oder Frühjahr, wenn der Strauch entlaubt ist, leicht auffällt. »Die Mehrzahl der infizierten Knospen geht im Sommer des nächsten Jahres zu Grunde, manche wachsen aber 2 bis 3 Wochen nach der allgemeinen Belaubung der Pflanze zu einem mitunter kräftigen Sprosse aus; dieser zeigt am Grunde mannigfache Anomalien, indem die Blätter teils (bis auf die von der Blattsubstanz schmal umsäumte Mittelrippe) verkümmern, teils in ungewöhnlicher Weise verschmälert oder nicht selten auch gelappt und sogar fast regelrecht gefiedert *) erscheinen. Erst 5 bis 10 cm höher vom Grunde sind die Blätter normal zu nennen«. Da bis jetzt noch keine fossile Corylus-Art mit gefiederten Blättern bekannt ist, so ist man wohl genötigt, dieses Fiederblatt als eine progressive Form anzusprechen. Ob diese Blattform aber durch die spezifische Natur der Milbe veranlasst wird, oder ob sie nicht auch bei anderweitiger Zurückhaltung des Endsprosses und dadurch bedingter Entwicklung von Ersatzsprossen auftritt, das müssen weitere Beobachtungen resp. Versuche zeigen.

Erwähnt seien auch noch die Angaben von Kronfeld (1, 2) über Pinusarten mit normal fünfnadligen Kurztrieben, welche ausnahmsweise vier- oder dreinadlige Triebe tragen, während bei den Arten mit dreinadligen Trieben auch zweinadlige vorkommen. Handelt es sich hier auch nicht um Formen von Blättern, so liegt doch ein offenbares

*) Also wohl so wie die von v. Widenmann (1) abgebildete in Anlagen und Gärten manchmal zu findende »Form« von Corylus. Sehr tiefe Einschnitte als Beginn einer Fiederung beobachtete auch ich kürzlich. Ich habe aber mit Sicherheit in keinem Falle nachweisen können, dass die aus infizierten Knospen entsprungenen Sprosse Endsprossen waren. Alle von mir beobachteten, (bis auf einen zweifelhaften) halte ich für Seitensprosse, entsprungen aus der Achsel der nicht entfalteten Blätter der Knospe. Unter normalen Verhältnissen hätten sich diese Seitensprosse in dem betreffenden Jahr überhaupt nicht entwickelt. Sie sind also Ersatzsprosse.

Fortschreiten der Arten von vielnadligen Kurztrieben zu wenignadligen vor. Die ebenfalls zu beobachtenden Rückschläge wurden schon oben erwähnt.

Während die oben erwähnten laciniaten Blattformen grösstenteils nur selten auftreten, giebt es doch auch Beispiele für Pflanzen, an denen sie mit einer gewissen Regelmässigkeit gebildet werden. Ich denke an Morus alba und nigra, Bronssonetia papyrifera, Symphoricarpus recemosus. Bei der letzteren Pflanze habe ich gelegentlich etwas genauer auf das Vorkommen dieser Blätter geachtet. Dabei zeigte sich, dass die geschlitzte Blattform in der Regel nur an üppig gewachsenen Trieben auftritt, besonders an Wurzelsprossen und Stammsprossen. Die unteren Blätter eines Sprosses sind stets normal und auch das Ende des Jahrestriebes scheint stets wieder zum Normalblatt zurückzukehren, nur die mittleren, stets auch grösseren Blätter sind geschlitzt. — Hier sind die geschlitzten Blätter meistens in so grosser Zahl am Strauch vorhanden, dass man sie schon den Normalblättern zuzählen kann, obwohl sie doch vermutlich jünger sind als die ungeteilten. Durch weitere Verdrängung der letzteren könnte aus unserem Symphoricarpus racemosus eine Art mit nur laciniaten Blättern werden. — An einem Exemplar von Morus nigra sah ich, so weit ich die Blätter der Krone beobachten konnte, in der Krone keine geschlitzten Blätter, war aber sehr erstaunt, solche in grosser Zahl an den Stammsprossen vorzufinden. Diese Erscheinung ist merkwürdig, weil alle bisher beobachteten und in Abschnitt VIII noch zu beschreibenden Stammsprossblätter sich als Rückschlagsformen deuten lassen, die laciniate Maulbeerblattform aber nach meiner Auffassung eine progressive ist. Nur bei Symphoricarpus sahen wir Ähnliches. Aber es ist doch ein wesentlicher Unterschied zu beachten. Die ersten Blätter der Stammsprosse bei Morus waren ungeschlitzte Normalblätter, auf diese erst folgten die geschlitzten, während mir bei den Formen, welche ich als Rückschläge deute (man vgl. auch Abschnitt VIII) kein Beispiel dafür bekannt ist, dass die Normalform der Rückschlagsform vorangeht. Es scheint mir hierin ein sicheres Kriterium für Rückschlagsformen zu liegen. — Dass ein Stammspross, wenn genügend entwickelt, auch zur Bildung progressiver Blattformen übergehen kann, darin scheint mir nun nichts besonders Merkwürdiges mehr zu liegen.

VIII. Vermischte Beobachtungen über die Blattformen verschiedener Pflanzen.

Im Folgenden gedenke ich, die in den vorigen Abschnitten auf Grund fremder, z. T. auch eigener Beobachtungen aufgestellten Ansichten auf bestimmte, von mir genauer beobachtete Fälle anzuwenden. Ich habe dafür Pflanzen ausgewählt, deren Keimpflanzen mir gut bekannt sind. Beobachtungen ähnlicher Art machte ich auch an Platanus, Acer, Crataegus, Castanea, Betula, Carpinus. Doch muss ich darauf verzichten, dieselben hier mitzuteilen, weil das Material bis jetzt noch zu lückenhaft ist.

1. Tilia ulmifolia.

Schon die Keimblätter von Tilia ulmifolia (und platyphyllos) fallen durch ihre fünf- oder siebenlappige Gestalt auf (Figur 7). Wenn man nun auch die Form der so mancherlei Anpassungen unterliegenden Keimblätter nicht zu phyletischen Schlüssen benutzen kann, so ist doch immerhin auffällig, dass auch die zu besprechenden aberranten Laubblattformen eine Art von Fünf- bis Siebenzähligkeit aufweisen. — Das Normalblatt der Linde ist ja rundlich herzförmig, am Grunde mehr oder weniger schief. Die Ungleichheit der Blatthälften kann so weit gehen, dass von der Einbuchtung zu Grunde der Lamina kaum noch eine Spur sichtbar ist (Figur 8). Gleichzeitig mit den Hauptnerven entspringen am Ende des Blattstieles jederseits 3 Seitennerven, von denen der vorderste am stärksten ausgebildet ist, und nun folgen etwa vier deutliche Paare von Seitennerven, welche nach der Spitze des Blattes hin immer schwächer werden. Der Blattrand trägt sehr viele kleine annähernd gleich grosse Sägezähne. An den Blättern eines von mir besonders beobachteten Baumes, von dem auch die im Folgenden zu beschreibenden aberranten Blattformen stammen, habe ich zahlreiche Messungen der Länge (vom Ende des Blattstieles bis zur Blattspitze gerechnet) und grössten Breite vorgenommen. Es ergab sich dabei, dass die Breite 880 bis 1150 pro Mille der Länge betrug. — Ganz anders sind die Primärblätter (Figur 9) beschaffen. Zwar sind dieselben ebenfalls herzförmig, aber nicht rundlich herzförmig. Die Basis der Lamina ist an beiden Seiten gleich ausgebildet, die Blätter sind also symmetrisch. Auch das Verhältnis von Länge und Breite ist ein ganz anderes als bei den Normalblättern, die Breite beträgt nur 600 bis 660 pro Mille der Länge*), das Maximum der Breite erreicht also noch nicht die Zahl, welche beim Normalblatt das Minimum angiebt. So deutlich auch diese Zahlen die ausserordentliche Verschiedenheit beider Blattarten zeigen, so liefert dieses Merkmal nicht einmal den auffallendsten Unterschied. Weit mehr fällt es in die Augen, dass die Blattzähne im Gegensatz zu den Zähnen des Normalblatts deutlich von verschiedener Grösse sind, derart, dass das Blatt deutlich gelappt erscheint und zwar übertreffen die grössten der Zähne (trotz der Kleinheit der Primärblätter) an Grösse einen mittelgrossen Zahn des Normalblattes, die Primärblattzähne sind also relativ gross. Die Nervatur ist, entsprechend dem geringeren Umfang des Blattes, einfacher. An dem Ende des Blattstieles entspringen aus den Hauptnerven nur 2 deutliche Paare von Seitennerven und weiterhin ist nur noch ein Paar von Seitennerven recht deutlich. Diese Bemerkungen beziehen sich allerdings nur auf die beiden ersten Primärblätter, da die von mir beobachteten Keimpflanzen sämmtlich nach Bildung von etwa 2 Blättern vertrockneten. Von grossem Interesse wäre es, zu beobachten, in welcher Weise nun diese erste Primärblattform in die Normalblattform »übergeht«. Doch werden wir sehen, dass sich eine Art von Ersatz für die fehlende Beobachtung finden lässt in gewissen Blättern der Stammsprosse. — An den Stammsprossen nämlich findet sich häufig eine grosse Anzahl von höchst auffallenden Formen. Die

*) Bei einem einzigen ausnahmsweise schmalen Blatte betrug die Breite nur 436 pro Mille der Länge; von diesem ist hier abgesehen.

Anfangsblätter haben grösstenteils Formen, wie sie in Figur 10, 11, 12 abgebildet sind, haben also relativ grosse Zähne, herzförmige Basis und ziemlich langgestreckte Gestalt. Die Symmetrie ist allerdings häufig gestört, doch haben diese Störungen infolge ihrer grossen Unregelmässigkeit mehr den Charakter von Abnormitäten als von vererbten Bildungen. Die Zähne, zu welchen die Seitennerven erster Ordnung verlaufen, sind wie bei den Primärblättern meistens deutlich grösser als die anderen. Verfolgt man die weitere Entwicklung eines solchen Stammsprosses, so zeigt sich, dass die später gebildeten Blätter von den eben geschilderten wesentlich abweichen und schliesslich Blättern etwa von der Form des Normalblattes Platz machen (Figur 13), bei denen aber zunächst die Zähne bedeuteud grösser sind als beim Normalblatt, bis endlich auf diese das eigentliche Normalblatt folgt. Wieviel aberrante Blätter ein solcher Spross vor der Erzeugung des Normalblattes trägt, habe ich nicht beobachtet, die Zahl ist aber sehr verschieden. Je länger es dauert, bis das Normalblatt an dem Spross auftritt, desto deutlicher treten natürlich die »Übergangsformen« zwischen dem Anfangsblatt und Normalblatt hervor. Teilweise sind die dabei auftretenden Formen jedenfalls, wie beim Anfangsblatt, als Abnormitäten aufzufassen. Eine mehrfach zu beobachtende, wenn auch nicht immer in gleicher Vollkommenheit auftretende Form sei kurz besprochen und in den Figuren 14 und 15 abgebildet. Es sind meistens ziemlich schmale Formen, welche sich von den geschilderten Anfangsblättern dadurch unterscheiden, dass die Seitennerven nicht allein in vergrösserten Blattzähnen endigen, sondern dass diese Zähne die Spitzen von grösstenteils weit vorragenden Blattlappen bilden, so dass die Blätter fünflappig, ja manchmal fast siebenlappig erscheinen. Beiderseits des Blattstieles ist das Blatt nach hinten rundlich erweitert, und zwar meistens fast symmetrisch, so dass die Gestalt, von der angegebenen Lappung abgesehen, herzförmig erscheint. — An den Blättern der Stammsprosse habe ich besonders zahlreiche Messungen vorgenommen. Es zeigte sich, dass bei den Blättern, welche den Normalblättern ähnlich waren (etwa wie in Figur 13), die Breite 880—1050 pro Mille der Länge betrug, bei den zuletzt geschilderten stark aberranten 605—1040 p. M.*).

Nach Betrachtung der bis jetzt geschilderten Verhältnisse kann man wohl sagen, dass die Stammsprosse vielfach mit Blättern beginnen, welche in ihrer Form sich eng an die Primärblätter anschliessen. Nunmehr darf man wohl auch vermuten, dass die von mir nicht beobachtete zweite Primärblattform annähernd die Form der in Fig. 14 und 15 abgebildeten Stammsprossblätter haben. Diese so ausserordentlich regelmässigen Blattgestalten selber aber kann ich mir nur entstanden denken durch Bethätigung ganz bestimmter Vererbungstendenzen. Ich muss sie also als Rückschläge deuten und annehmen, dass unsere Linden von Formen mit deutlich eingeschnittenen Blättern abstammen.

Derartige Blätter giebt es ja bei den Tiliaceen mehrfach, ich erinnere nur an Sparmannia africana (Fig. 16), wo die Blätter deutlich fünf- bis siebenlappig erscheinen. Kleinere Blätter dieser Pflanze haben eine Breite von 900—1020 p. M. der Länge (jüngere Blätter sind meistens schmäler), sie kommen also an grösster Breite den Normalblättern der Linde nicht gleich, sondern haben die Breite der Rückschlagsblätter von Stammsprossen.

*) Ganz ausnahmsweise 1180 p. M. Von diesem Falle sei abgesehen.

Man könnte vielleicht die gelappten Lindenblätter als progressive Formen aussprechen wollen. Doch scheint mir, dass die in Abschnitt V und VII zusammengestellten Erfahrungen dem widersprechen, da die Formen sich an Stammsprossen finden und zwar von diesen vor der Bildung des Normalblattes hervorgebracht werden. Mit einem etwaigen Versuch aber, nur für die Pflanzen mit abgeleiteter Blattform die Rückschlagsnatur der Stammsprosse zuzugeben, kann ich mich nicht einverstanden erklären.

Die beschriebenen Stammsprossblätter der Linde sind zum Teil, wie ja auch nicht anders zu erwarten, schon früher beachtet. Ich fand dieselben kurz erwähnt bei Bail und von Seemen. Irgend welche Schlussfolgerungen aber sind daran, soviel ich weiss, bisher nicht geknüpft. — Ich kann ferner nicht unerwähnt lassen, dass von Tilia platyphyllos unter den Namen corylifolia, vitifolia, serratifolia Gartenformen bekannt geworden sind (vgl. Koch und Dippel), deren Blätter, wie schon die Namen zeigen, mit gewissen Stammsprossblättern von T. ulmifolia (wie sie aber wohl sicher auch bei T. platyphyllos vorkommen) übereinstimmen. Dippel beschreibt T. platyphyllos vitifolia hort. (= serratifolia hort.) folgendermassen: »mit am Grunde ausgeschweift herzförmiger, jederseits eine oder zwei lappenartige Zähne besitzenden, in eine längere Spitze vorgezogenen, schärfer und fast eingeschnitten kerbsägezähnigen Blättern«. Leider kenne ich diese Form und die Art ihrer Entstehung nicht, sie stellt aber jedenfalls eine Jugendform, d. h. Rückschlagsform von Tilia platyphyllos vor. Merkwürdigerweise scheinen von Tilia ulmifolia keine derartigen Formen zu existieren.

2. Alnus glutinosa.

Pflanzen von Alnus glutinosa habe ich bisher von der Keimung bis zum Alter von 1½ Jahren beobachtet, abgesehen von den Beobachtungen im Freien an grösseren Pflanzen. Das erste Blatt der Keimpflanze zeigt nicht immer dieselbe Form (was übrigens von den meisten Keimpflanzen gilt), bald ist es einfacher, bald komplizierter. In Fig. 17 und 18 sind zwei erste Primärblätter von verschiedenen Pflanzen abgebildet, deren erstes etwas von der Regel abweicht. Im Allgemeinen sind diese Blätter zugespitzt, haben ihre grösste Breite hinter der Mitte (manchmal in der Mitte) und eine breitkeilförmige Basis. Sie tragen 2 grössere und einige (1 bis 3, selten mehr) kleine Sägezähne jederseits und sind in beiden Hälften mit 4 deutlichen Sekundärnerven versehen. Die kleineren Zähne können auch (Fig. 17) fehlen und es sind dann nur jederseits 2 Zähne, in denen die 4 Secundärnerven enden, vorhanden. Diese die Enden der Sekundärnerven enthaltenden Zähne mögen primäre Zähne heissen und im Gegensatz dazu die andern sekundäre. Bei den auf dieses erste folgenden Blättern zeigt sich nur eine ganz allmähliche Zunahme der Kompliziertheit, insofern als während des ersten Jahres die Zahl der jederseitigen Sekundärnerven und damit der Primärzähne auf 6, 7, oder (seltener) auf 8 steigt, wobei die Zahl der Sekundärzähne ebenfalls ausserordentlich vermehrt wird (Fig. 19—22). Die Form des Blattes aber bleibt annähernd dieselbe; es ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, zugespitzt, die grösste Breite liegt auch jetzt noch etwas hinter der Mitte oder in der Mitte, nie vor der Mitte. Die Primärzähne besonders der letzten Blätter

des ersten Jahres (Fig. 23 und 24) sind stellenweise sehr abgeflacht und dadurch undeutlich, die Blattbasis ist kaum noch keilförmig, sondern gerundet. Auch die Blätter, welche im nächsten Jahre zuerst zur Entfaltung kommen, haben noch die eben beschriebene Form. Bald aber macht sich an den folgenden eine Umgestaltung bemerkbar. Die Zuspitzung des Blattes wird undeutlicher, vielfach auch die Primärzähne und der Ort der grössten Breite liegt nie mehr hinter der Mitte, sondern in der Mitte, bei den am Ende der zweiten Vegetationsperiode gebildeten Blättern wohl meistens deutlich vor der Mitte. Damit aber ist das Normalblatt (Fig. 25) gebildet. Seine Form sei im Gegensatz zu der Primärblattform noch einmal folgendermassen charakterisiert: vorn abgerundet, manchmal ausgerandet; grösste Breite meistens vor der Mitte; Primärzähne meistens undeutlich; Basis der Lamina meistens schlank keilförmig; 8 oder 9 deutliche Sekundärnerven jederseits.

Aus dem bisher Geschilderten schliesse ich vor Allem, dass A. glutinosa sich ableitet von einer Form, deren Blätter relativ schmäler und mit deutlichen Primärzähnen sowie deutlicher Spitze versehen waren und deren grösste Breite in oder hinter der Mitte lag, die also Blätter trug, wie heute etwa A. incana.

Um aber zu diesem Schlusse zu kommen, hat man nicht einmal nötig, die Keimpflanzen zu beobachten. Ein jeder kräftige Stammspross trägt in grosser Menge Blätter (Fig. 26 und 27) mit meist deutlicher Spitze, und zwar oft dicht beieinander solche, bei denen die grösste Breite hinter der Mitte*) und solche, bei denen sie in der Mitte liegt. Die Primärzähne sind bei vielen dieser Blätter ausserordentlich stark ausgebildet, sodass die Blätter fast geschlitzt**) erscheinen können (Fig. 27). Die Basis ist gerundet, die Zahl der Sekundärnerven beträgt jederseits 6 oder 7. Es kommt allerdings manchmal vor, dass die unteren Blätter solcher Stammsprosse eine undeutliche Spitze haben, die oberen aber wieder zugespitzt sind***), während die Beobachtungen an der Keimpflanze eine andere Reihenfolge verlangen. Bei der Geringfügigkeit des Unterschiedes kann aber auf solche Ausnahmen kaum Wert gelegt werden.

Auf zwei Unterschiede zwischen den Stammsprossblättern und den Blättern der zweiten Vegetationsperiode muss ich noch hinweisen. Während bei den in der ersten Hälfte der zweiten Vegetationsperiode gebildeten Blättern die Aderwinkel an den Ansatzstellen der Seitennerven erster Ordnung fast gänzlich kahl sind und erst die später auftretenden Blätter deutliche Behaarung der Aderwinkel zeigen, besonders die letzten derselben, die ja auch in der Form den Normalblättern gleich sind, waren die Aderwinkel an den Blättern der erwähnten Stammsprosse stark behaart. Die letzten Blätter stehen also in der Behaarung den Normalblättern näher als die erwähnten Uebergangsblätter der

*) Die Blattform entspricht genau derjenigen von A. Occidentalis Dippel, Abbildg. siehe Dippel, Bd. II, S. 158.

**) Bail erwähnt, dass sich sehr tief eingeschnittene Blätter finden an Exemplaren von A. glutinosa und A. incana, welche schattig und in üppigem Humus stehen. Auch Dippel erwähnt Ähnliches. Nach ihm tragen junge üppige Triebe oft grosse, lappenartige, ungleich schwielig gezähnte oder sägezähnige Blätter.

***) Zuspitzung an »Stocksprossen« erwähnt auch Callier.

Keimpflanze. Ein anderer Unterschied liegt in der verschiedenen Klebrigkeit. An den Keimpflanzen waren nur ganz junge Blätter klebrig, an den Stammsprossen aber auch die grösseren Blätter.

Bei einigen von den Pflanzen, welche ich zur Beobachtung hatte überwintern lassen, trieb die Gipfelknospe nebst den oberen Seitenknospen nicht aus, während eine Anzahl der unteren normalerweise nicht auswachsenden Seitenknospen lebensfähig geblieben war. Als diese aufbrachen, zeigten sich Blätter, welche mit dem dritten oder vierten Primärblatt die allergrösste Ähnlichkeit hatten und diese Sprosse machten nun an ihren Blättern dieselbe Metamorphose durch, wie sie oben für die Hauptsache der Keimpflanze in der ersten Vegetationsperiode beschrieben ist. Dabei traten an einem Zweige auch sehr tiefeingeschnittene Formen auf (Fig. 28). Weiter habe ich die Beobachtung dieser Sprosse noch nicht führen können, ich bin aber überzeugt, dass dieselben sich im kommenden Jahre, wenn sie am Leben bleiben, verhalten werden, wie die Hauptachse sich im zweiten Jahre verhalten hat. Das Resultat erscheint recht bemerkenswert. Es greifen hier die Seitensprosse in ihren Blättern auf eines der ersten Blätter der Hauptachse zurück, was an den Stammsprossen älterer Pflanzen, wie ich sie so zahlreich beobachtete, in dieser deutlichen Weise niemals geschah. Der Unterschied mag sich dadurch erklären, dass die erwähnten Seitensprosse der Basis des Pflanzenstocks näher waren als die untersuchten Stammsprosse älterer Pflanzen. Die Beobachtung ist aber vor Allem im Stande, uns das Auftreten von Rückschlagssprossen an älteren Stämmen zu erklären. Normalerweise wären, wie erwähnt, die betreffenden Knospen gar nicht zur Entwicklung gelangt, nur der Umstand, dass die für die höher stehenden Knospen bestimmten Bildungsstoffe durch deren Absterben disponibel wurden, veranlasste das Austreiben jener Sprosse. Würden die Knospen noch einige Jahre ruhend geblieben und dann durch einen ähnlichen Vorgang zur Entwicklung gebracht sein, dann hätte man jedenfalls wieder einen Spross mit Rückschlagsblättern erhalten, den man nun wohl als Stammspross bezeichnen könnte. Fraglich ist es allerdings, ob dieser Spross in seiner Blattform auf die Primärblätter zurückgreifen würde. Es wäre auch denkbar, dass die Blattformen nicht allein von der Stellung des Sprosses, sondern auch von dem Alter der betreffenden Pflanze abhängen. Man könnte sich vorstellen, dass die Pflanze um so weiter bei der Wiederholung alter Blattformen zurückgreift, je jünger sie ist, d. h. je weniger ihre Endblattformen von der Primärblattform abweicht. Das ist eine Frage, die noch durch Versuche zu entscheiden ist.

Nach diesen ziemlich eingehenden Beobachtungen über die Blattformen der normalen A. glutinosa lag es nahe, einen Vergleich zwischen diesen und der Blattform von zwei merkwürdigen »Formen« derselben Art anzustellen, von denen die eine (A. glutinosa oxyacanthaefolia oder incisa) sich im Hamburger botanischen Garten vorfindet, während die andere (A. glut. laciniata) neben dem botanischen Garten in den Wallanlagen bei der Hauptpost in mehreren Exemplaren steht. Bei der ersten der beiden Formen muss in gewisser Hinsicht das Blatt (Fig. 29) als verkrüppelt bezeichnet werden, denn es hat eine so starke Verkürzung des Hauptnerven stattgefunden, dass eine starke Faltung oder Krümmung der Blattfläche die Folge war. Aber abgesehen von diesem Umstand, von

der ausserordentlich geringen Grösse und den tiefen Einschnitten, durch welche jederseits ein Lappen von der Hauptmasse des Blattes abgetrennt ist, das Blatt hat doch eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Erlenblatt, nur nicht mit dem Normalblatt, sondern mit den Blättern am Ende des ersten Jahres resp. mit Stammsprossblättern (Fig. 26). Man kann also diese Erlenform, besonders da auch die Zweige viel zarter bleiben als bei der Normalform, als eine Zwergform unserer Erle mit Rückschlags- und Verkrüppelungserscheinungen bezeichnen.

Ein ganz anderes Aussehen hat das Blatt der zweiten Gartenform*) (Fig. 30). Es ist vorn zugespitzt, hat keilförmige Basis, die grösste Breite etwa in der Mitte und jederseits meistens 4 grosse Primärzähne (ausserdem ist manchmal ein kleinerer vorhanden) ohne Sekundärzähne, sowie in den beiden Hälften vier deutliche Sekundärnerven (dazu kommt manchmal ein fünfter). Es ist also jederseits mit 3 bis 4 tiefen Einschnitten versehen. Dieses Blatt hat mit dem Normalblatt der Normalform offenbar in keiner Beziehung eine Ähnlichkeit. Sehen wir einmal von den tiefen Einschnitten ganz ab, so könnte man in dem Vorhandensein einer Zuspitzung eine Ähnlichkeit mit dem Blatt am Ende des ersten Jahres finden, aber dann liegt in der deutlich keilförmigen Basis des Blattes wieder ein Hindernis für den Vergleich. — Das einzige Blatt, welches mit dem laciniaten Blatt in mehreren Merkmalen übereinstimmt, ist das erste oder zweite (oder dritte) Primärblatt (vgl. Fig. 20 oder 22). Denkt man sich an diesen Blättern die Einschnitte zwischen den Primärzähnen vertieft und die Sekundärzähne verschwunden, so entstehen Bilder wie in Fig. 20a und 22a. So tiefe Einschnitte habe ich ja zwar an der normalen A. glutinosa nie beobachtet. Aber die oben erwähnten Blätter, welche nach Vertrocknen der Gipfelknospe der Keimpflanze aus den Seitenknospen entsprangen (Fig. 28), nähern sich dieser Form. Wenn auch die Uebereinstimmung der Figuren 20a und 22a mit der laciniaten Form keine völlige ist, so ist doch nunmehr die Formverwandtschaft der beiden Blätter deutlicher. Will man darum das laciniate Blatt mit einem Blatt des normalen Entwicklungsganges der Erle in genetischen Zusammenhang bringen, so kann das nur das Primärblatt sein. Das laciniate Blatt stellt sich seiner Form nach dar als ein Primärblatt mit ausserordentlich stark ausgebildeten Primärzähnen und unterdrückten Sekundärzähnen. Es ist also in gewisser Hinsicht dann als eine Rückschlagsform aufzufassen, aber nicht als reine Rückschlagsform, denn die Geschlitztblättrigkeit ist jedenfalls für die Erle ein neuer Charakter. Ist meine Deutung der Blattform richtig, so liegt also auch bei der Entstehung der A. glutinosa laciniata der im Abschnitt III erörterte Fall vor, dass eine neue Organform dadurch entstand, dass ihr Entwicklungsweg sich von dem des Vorfahren frühzeitig, vor Erreichung des Endzustandes, abzweigte.

3. Fraxinus exelsior und die Gattung Syringa.

Das erste Primärblatt ist bei Fraxinus exelsior fast immer ungeteilt (vergl. auch Kaufholz), von der Form, wie Figur 31 sie darstellt. Die Lamina hat ihre grösste Breite in der hinteren Partie, ein Charakter, der besonders deutlich hervortritt, wenn

*) Auch v. Widenmann (1) bildet dieselbe ab.

man das Primärblatt mit einer mittleren Fieder des Normalblattes (Fig 32) vergleicht. Bei einem solchen Teilblättchen liegt der Ort der grössten Breite viel weiter nach vorn. Die unteren der 4, 5 oder 6 jederseits sich findenden Sekundärnerven des Primärblattes zeigen, gleich nachdem sie den Hauptnerven verlassen haben, eine oft nur schwache, aber stets erkennbare Schweifung (Fig. 31), welche den entsprechenden Sekundärnerven des Normalblattes fehlt. Von einer genauen Betrachtung der Bezahnung des Blattrandes kann abgesehen werden. Nur sei noch bemerkt, dass die an der Oberseite des Blattstiels der Primärblätter vorhandene Rinne offen ist, während sie sich bei den Normalblättern, dadurch, dass die Ränder sich aneinander legen, schliesst. — Nach diesen Primärblättern treten meistens ein Paar Blätter auf, an denen ganz oder zum Teil auf einer Seite oder auf beiden Seiten eine Seitenfieder abgegliedert ist. Sobald die Abgliederung auftritt, verschwindet die erwähnte Schweifung der unteren Sekundärnerven. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung treten dann immer mehr Seitenfiedern auf, bis die Form des Normalblatts erreicht ist. Zur Vervollständigung des Vergleichs vom ersten Primärblatt und Normalblatt sei noch hervorgehoben, dass, wenn man die Spitzen der Fiederblättchen durch eine schwach gekrümmte Linie verbunden und die abgegrenzte Fläche ganz mit Blattsubstanz ausgefüllt denkt, das so konstruierte Blatt in der Form, vom genaueren Nervenverlauf abgesehen, mit dem Primärblatt ziemliche Ähnlichkeit hat.

Mir scheint nun, dass kein Grund vorliegt, bei Fraxinus excelsior dem Primärblatt die phylogenetische Bedeutung abzusprechen. Man muss vielmehr wohl annehmen, dass die Esche von einer Form mit ungeteilten Blättern abstammt. Dann erscheint uns aber die Fraxinus excelsior forma heterophylla Vahl (oder monophylla), welche bisweilen in Gärten anzutreffen ist, als eine Rückschlagsform. Die Blätter dieser Form haben nicht allein den Ort der grössten Breite am Grunde der Lamina, auch die erwähnte Krümmung der Sekundärnerven findet sich bei ihnen wieder und der Blattstiel zeigt eine deutliche aber nicht geschlossene Rinne an der Oberseite.

Während bei unserer Esche die zum gefiederten Blatt führende Blattzerschlitzung bereits so konstant geworden ist, dass uns die F. excelsior heterophylla als eine äusserst fremdartige Erscheinung in die Augen fällt, als ein Rückschlag zu einer längst verlassenen Form, sehen wir in einer anderen Gattung der Oleaceen, nämlich bei Syringa gleichsam einen Kampf der Tendenz zur Bildung laciniater Blattformen (vergleiche v. Widenmann 1 und 2). Bei Syringa persica kommt es dabei zur Bildung einer sehr charakteristischen Varietät, der Syr. pers. laciniata Vahl (Abbildung bei v. Widenmann 2). Aber auch bei S. chinensis kommt, wie v. Widenmann (2) angiebt und abbildet, ein Anfang zur Fiederung gelegentlich vor. Noch seltener ist diese Form bei S. vulgaris. Schon D. v. Schlechtendal hat dieselben vielleieht gesehen, denn er erwähnt, dass er bei Syringa vulgaris Blätter mit zwei Seitenlappen an der Basis beobachtet habe. Neuerdings hat aber v. Widenmann (2) die Blattform mit Bestimmtheit gefunden und auch abgebildet.

Die gefiederte Blattform, welche für Fraxinus normal ist, müssen wir danach für Syringa als progressiv bezeichnen, während die Blattform. welche für Syringa normal ist, für Fraxinus eine regressive Form bedeutet.

4. Die Gattung Berberis.

In der Gattung Berberis, soweit dieselbe Dornen trägt, sind bekanntlich die Langtriebe gänzlich blattlos, nur mit Dornen (reduzierte Laubblätter) besetzt, während die in den Achseln dieser Dornen entstehenden Kurztriebe Laubblätter tragen. Die Endknospe der Kurztriebe kann wieder zu einem nur bedornten Langtriebe auswachsen. Schon die Stellung der Dornen unter dem Ursprung der Kurztriebe deutet auf die Möglichkeit, diese Dornen als reduzierte Laubblätter zu betrachten. Bemerkenswert sind nun die Verhältnisse der Keimpflanzen z. B. von Berberis vulgaris. Wie auch Goebel (3, S. 266) erwähnt, bringen dieselben zuerst Laubblätter (Fig. 34) hervor, welche nach obenhin Blättern Platz machen, welche in verschiedenem Grade verdornt sind (Fig. 35—37), bis schliesslich nur noch Dornen hervorgebracht werden (Fig. 38), in deren Achseln sich beblätterte Kurztriebe bilden. Sowohl die Primärblätter als auch die Blätter der ersten Kurztriebe sind, was ich noch nicht erwähnt fand, von ganz anderer Gestalt (Fig. 34) als die Normalblätter (Fig. 39). Sie sind mit langem dünnem Stiel versehen, welcher nicht, wie beim Normalblatt*) allmählich in die Blattfläche übergeht, sondern deutlich abgesetzt oder fast herzförmig ist. Durch die fast herzförmige Basis erinnern sie an gewisse Anfangsblätter der Zweige von Mahonia Aquifolium (Fig. 40, 41). Auch sind die borstigen Fortsätze der Blattzähne relativ gross. — Nicht allein die Keimpflanze, sondern auch die meisten Langtriebe zeigen uns übrigens »Übergangsformen« vom Blatt zum Dorn (Fig. 42). Nur tritt die eigentümliche Gestalt der Primärblätter dabei nicht auf. Besonders schön aber zeigen die aus älteren Stammteilen hervortretenden Sprosse Übergänge (Fig. 43—45). Nach der Darstellung des Abschnitt V sollte man allerdings an diesen Stammsprossen die Primärblattform erwarten. Diese tritt aber, wie Fig. 43 zeigt, nicht auf, sondern die Anfangsblätter ähneln, von der starken Bezahnung abgesehen, mehr dem Normalblatt als dem Primärblatt.

Trotz dieser Abweichung der Stammsprossblätter von den Primärblättern bin ich geneigt, unsere Berberitze von einer Form mit den Primärblättern ähnlichen Laubblätter abzuleiten. Es ist nicht erforderlich, dass diese Form an den Langtrieben schon verdornte Laubblätter besass. Dann waren aber auch wahrscheinlich keine Kurztriebe ausgebildet, d. h. die Seitentriebe brachten nicht gleich in demselben Jahre, in welchem der die Knospen tragende Langtrieb entstand, Blätter hervor, sondern verharrten bis zum nächsten Jahre völlig im Knospenzustande. Das darf man wohl annehmen, denn die Ausbildung beblätterter Kurztriebe noch in demselben Jahre, in welchem der Kurztrieb entstand, soll doch wohl nur einen Ersatz schaffen für die durch Verdornung der Langtriebblätter in Wegfall kommende assimilierende Thätigkeit dieser letzteren. Thatsächlich zeigt sich, dass Berberisarten, bei denen keine Verdornung der Blätter eintritt, auch keine solchen Kurztriebe hervorbringen (z. B. B. Aquifolium und B. repens Lindl.), und auch Formen mit beginnender Verdornung, bei denen das halbverdornte Blatt noch zu assimilieren vermag, können der

* Unter den Normalblättern beobachtet man einige, welche durch den breiten Grund der Blattfläche sich sehr der Form der Primärblätter nähern.

geschilderten Kurztriebe entbehren. Eine solche (unbestimmte) Form kenne ich aus dem Hamburger botanischen Garten. Doch können auch wohl charakterisierte Kurztriebe in der Achsel von Blättern (statt Dornen) vorkommen, wie mir ein Exemplar von Berberis buxifolia Poir. mit verlaubten Dornen bewies.

Bezüglich der Anfangsblätter der Stammsprosse ist das Verhalten von Berberis sinensis Desf. interessant (bei welcher die Kurztriebblätter sich von denen der B. vulgaris durch fast unterdrückte Bezahnung unterscheiden). Bei dieser Art haben nämlich die erwähnten Anfangsblätter (Fig. 46) nicht die Form der Normalblätter, sondern fast genau die Form der Primärblätter von B. vulgaris und wohl auch B. sinensis (Keimpflanzen der letzteren konnte ich allerdings bis jetzt noch nicht ziehen). Ich muss dieses Verhalten von B. sinensis für das ursprünglichere halten. Vielleicht lassen sich aber auch bei B. vulgaris noch Stammsprossblätter von der Form der Primärblätter finden.

IX. Allgemeine Resultate.

Die Ansichten, welche in den vorhergehenden Abschnitten auf Grund der Litteraturangaben und eigener Beobachtungen entwickelt sind, lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Entwicklungsstadien des Laubblattes entsprechen im Allgemeinen phyletischen Stadien, doch ist das Bild der Phylogenie in der Ontogenie aus den im Abschnitt III und IV entwickelten Gründen oft sehr unvollständig.

2) Wenn die Primärblätter von den Normalblättern abweichen, dann giebt die Blattreihe des Hauptsprosses bis zur Erzeugung des Normalblattes ein Abbild der phyletischen Entwicklung der betreffenden Laubblattform. Hierbei sind ausgenommen diejenigen Fälle, in denen die Primärblätter besonderen Funktionen angepasst resp. durch äussere Einflüsse in ihrer Entwicklung auf einem ganz unausgebildeten Stadium zurückgehalten sind (Abschnitt IV).

3) In manchen Fällen wiederholt die Blattreihe späterer Sprosse wenigstens in allgemeinen Zügen oder teilweise diejenige der Keimpflanzenhauptachse. Dann kann diese Blattreihe also als Ergänzung resp. Ersatz für die Keimpflanzenblattreihe dienen.

4) Besonders deutlich treten häufig am Spross die Formen, welche phyletischen Stadien entsprechen, hervor, wenn die Ernährung desselben günstig oder ungünstig beeinflusst ist oder wenn andere Störungen (durch Frost, Insektenfrass) stattgefunden haben, die aber ihrerseits wieder auf die Ernährungsverhältnisse wirken. So begünstigt starke Beschneidung einer Pflanze oder starker Insektenfrass eine verstärkte Zufuhr von Bildungsstoffen zu den Reserveknospen, aus denen dann oft Rückschlagssprosse hervorgehen. — Rückschlagsformen treten auch manchmal auf, wenn eine Pflanze in Bedingungen versetzt

wird, welche den Verhältnissen, unter denen sie früher lebte, ähnlich sind (Veronica cupressoïdes, Sarothamnus scoparius). — Rückschlagssprosse treten am häufigsten nahe der Basis des Pflanzenstockes auf.

5) Da die Hochblätter vielfach einfache Hemmungsbildungen sind, d. h. auf tieferen Stadien stehen gebliebene Laubblätter, und da diese Stadien vielfach phyletischen Stadien entsprechen, so kann auch die Hochblattreihe (Uebergangsreihe vom Normalblatt zum Hochblatt) unter Umständen wie die Blattreihe des gewöhnlichen Laubsprosses Abbilder phyletischer Stadien sein.

6) Ausser den regressiven Blattformen (Rückschlägen) kommen oft progressive Blattformen vor, manchmal ausnahmsweise. Die Gartenformen unserer Kulturgewächse, speziell Laubhölzer, lassen sich teils als regressive (Jugendformen, wie bei den Coniferen) teils als progressive, z. T. auch als Formen betrachten, welche durch anders gerichtete Weiterentwicklung eines phyletisch alten Stadiums entstanden sind (vgl. Abschnitt VII und VIII).

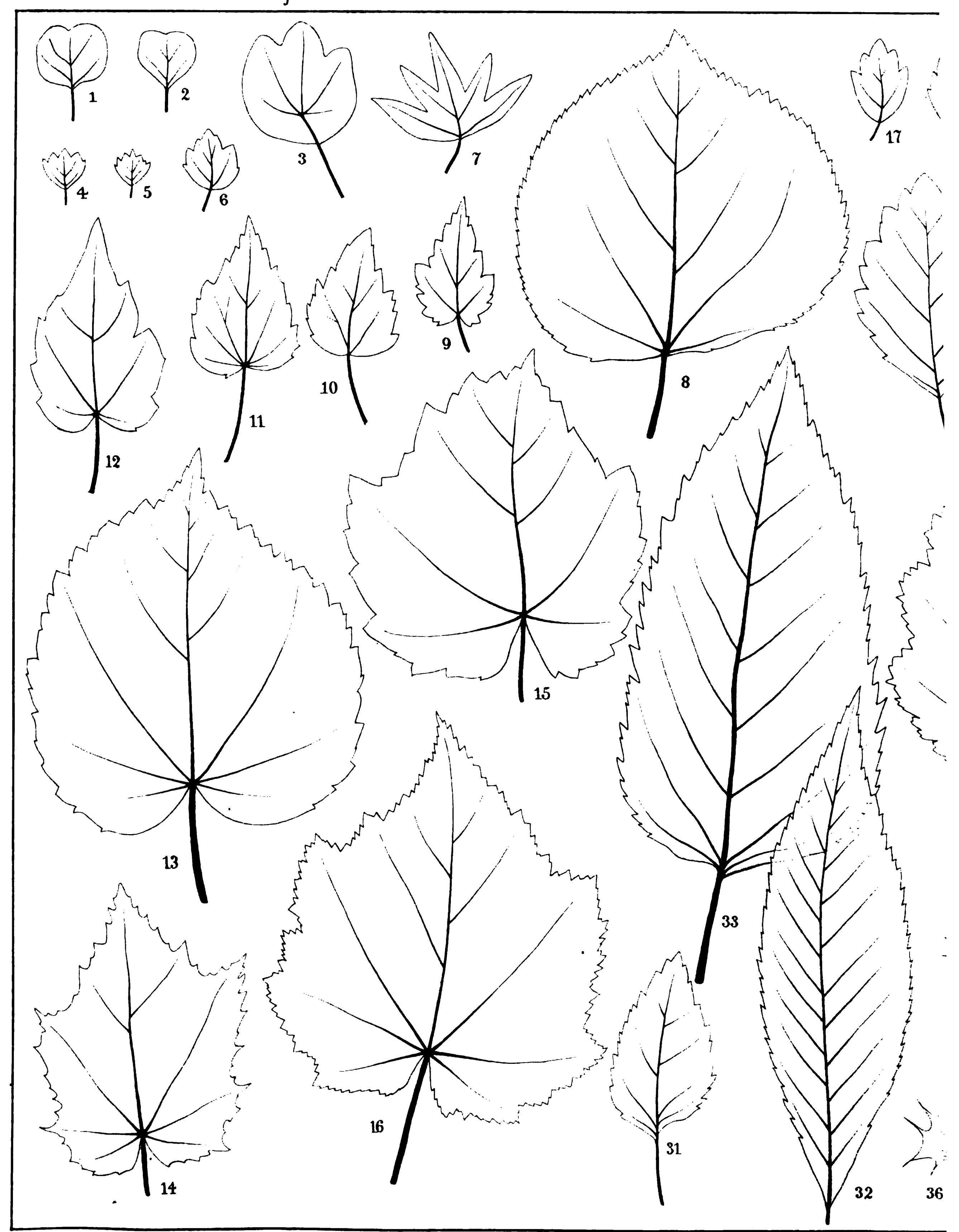
7) Schliesslich eröffnen sich auf Grund der geschilderten Thatsachen einige beachtenswerte Ausblicke. Schon im Abschnitt II ist die Annahme gemacht worden, dass die Ausbreitung neuer Blattformen in der Stammesgeschichte aus inneren Gründen stets von der Spitze nach der Basis des Pflanzenstockes stattfinde. Das ward angenommen, um zu erklären, dass die Primärblätter unter den in der regelmässigen Entwicklung der Pflanze auftretenden Blattformen die ältesten Formen darstellen. Es hat sich dann aber ergeben, dass da, wo der später gebildete Spross überhaupt verschiedene Blattformen trägt, die Anfangsblätter phyletisch älter als die Mittel- und Endblätter sind. Es gilt also für sämmtliche Achsen, Haupt- und Nebenachsen, dass die Basis die phyletisch ältesten Charaktere zeigt, die Spitze die jüngsten. Nur zeigt, wie es scheint, die Hauptachse (der Keimpflanze) die grösste Zahl der alten Merkmale und die Nebenachsen um so weniger, in je grösserer Entfernung von der Basis des Pflanzenstocks sie gebildet werden. So mag es kommen, dass Stammsprosse oder Sprosse starker Äste (aus »schlafenden» Knospen) die phyletisch alten Charaktere an ihrer Basis meistens in ziemlich grosser Zahl hervorbringen, die Normalsprosse der Krone in der geringsten Zahl (meistens gar nicht). — Es ist durchaus wahrscheinlich, dass sich die alten Charaktere der Sprossbasis nicht allein in den Blattformen aussprechen, sondern auch in anderen Merkmalen. Es käme darauf an, solche Merkmale der Sprossspitze aufzufinden, welche sich von vorn herein als spät erworbene kennzeichnen, etwa dadurch, dass dieselben bei der überwiegenden Zahl der Verwandten fehlen. Dann wird man erwarten dürfen, dass, sofern diese Charaktere nicht für die Existenz des Sprosses unumgänglich notwendig sind, dieselben an der Basis der Hauptachse (der Keimpflanze) fehlen und schwerlich werden Beispiele dafür, dass die Basis späterer Seitensprosse sich ebenfalls abweichend von der Spitze verhält, vollkommen fehlen, wenn sie auch (gerade wie die aberranten Blattformen der Sprossbasis) weniger häufig sein werden. Für die Basis der Keimpflanze sind einige Beispiele abweichenden Verhaltens der Achse bekannt. Hildebrand (1) giebt für Bossiaea rufa und Carmichaelia australis, deren Sprossachsen zu Cladodien umgebildet sind, an, dass die Keimpflanze zunächst eine nicht umgebildete Achse hat. Viele Beispiele dafür

bieten ausserdem die Cacteen (Goebel 4, Sukkulenten). Auch für Stammsprosse ist beobachtet, dass ihre Basis phyletisch ältere Stadien wiederholt. Ich nenne nach Goebel (4) Cereus peruvianus und monstruosus (S. 14), Mühlenbeckia platyclados (S. 15), Rhipsalis (S. 104 und 105). Diese Abweichungen von der Normalform der Sprossachse sind aber sämtlich ausserordentlich augenfällig. Ich glaube, dass noch viele andere, wenn auch weniger auffallende Fälle zu finden sein werden (etwa Abweichungen in anatomischen Merkmalen) und zwar auch dafür, dass die Basis des Normalsprosses sich abweichend verhält.

Figurenerklärung.

Fig. 1 und 2. Primärblätter von Liriodendron tulipifera.
Fig. 3. Primärblatt von Tropaeolum majus.
Fig. 4 und 5. Laubblätter von einem durchwachsenen Birkenkätzchen.
Fig. 6. Primärblatt von Betula verrucosa Ehrh.
Fig. 7. Keimblatt von Tilia ulmifolia.
Fig. 8. Normalblatt von T. ulmifolia.
Fig. 9. Primärblatt von T. ulmifolia.
Fig. 10, 11, 12. Anfangsblätter der Stammsprosse von T. ulmifolia.
Fig. 13. Normalblattähnliches Blatt vom Stammspross von T. ulmifolia.
Fig. 14 und 15. Mittelblattformen der Stammsprossen von T. ulmifolia.
Fig. 16. Kleines Blatt von Sparmannia africana.
Fig. 17 und 18. Erste Primärblätter von Alnus glutinosa.
Fig. 19, 20, 21, 22. Spätere Primärblattformen von A. glutinosa.
Fig. 20a und 22a. Theoretische Blattformen, erhalten aus Fig. 20 und 22 dadurch, dass nur die Primärzähne gezeichnet und die Einschnitte zwischen ihnen tiefer dargestellt werden.
Fig. 23. Eines der letzten Blätter aus der ersten Vegetationsperiode von A. glutinosa.
Fig. 24. Letztes Blatt aus der ersten Vegetationsperiode von A. glutinosa (von einer mittelkräftigen Pflanze).
Fig. 25. Normalblatt von A. glutinosa.
Fig. 26 und 27. Stammsprossblätter von A. glutinosa.
Fig. 28. Ein besonders tief eingeschnittenes Blatt von A. glutinosa, hervorgebracht in der zweiten Vegetationsperiode an einem normalerweise nicht zu Entwicklung gelangten Seitenspross, von einer Pflanze, deren Gipfel abgestorben war.
Fig. 29. Blatt von A. glutinosa f. incisa oder oxyacanthaefolia.
Fig. 30. Blatt von A. glutinosa f. laciniata.
Fig. 31. Primärblatt von Fraxinus excelsior.
Fig. 32. Fiederblättchen des Normalblattes von F. excelsior.
Fig. 33. Blatt von F. excelsior f. heterophylla oder monophylla.
Fig. 34—38. Blattreihe der Keimpflanze von Berberis vulgaris.
Fig. 39. Normalblatt der Kurztriebe von Berberis vulgaris.
Fig. 40 und 41. Anfangsblätter von Sprossen von Mahonia Aquifolium.
Fig. 42. »Übergangsform« vom Normalblatt der Kurztriebe zum Dorn (Normalblatt der Langtriebe) bei Berberis vulgaris.
Fig. 43—45. Blattreihe eines Stammsprosses von Berberis vulgaris.
Fig. 46—48. Drei Blätter aus der Blattreihe des Stammsprosses von B. sinensis.

Druck von Grefe & Tiedemann.



C. Schäffer del.

18 19 20 20ª 23 29
30
21
22 22ª 28
24 27 25 26
46
34 35 39 41 42 43 48
37 38 40 45 44 47



ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

— XIV. Band. —

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1896.

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

— XIV. Band. —

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1896.

Druck von Grefe & Tiedemann.

Zur
Mechanik des Vogelfluges.

Von

Dr. Fr. Ahlborn

in Hamburg.

Mit 54 Abbildungen im Text.

Inhalt.

I. Teil.

Der Ruderflug.

II. Teil.

Der Flug ohne Flügelschlag.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis eines mehrjährigen Studiums der Flugbewegungen, zu welchem Verfasser durch eine Diskussion des Fischfluges im Naturwissenschaftlichen Verein zu Hamburg die erste Anregung empfing. Zur Entscheidung der bestehenden Kontroversen erwies sich ein eingehenderes Studium des Vogelfluges als notwendig. Das gerade erschienene grosse Werk Marey's über den Vogelflug mit seinen weitreichenden Litteraturangaben bot dazu eine willkommene Gelegenheit. Es zeigten sich bald die Stellen, wo die Forschung vor Schwierigkeiten Halt gemacht, wo daher ein weiteres Vordringen einzusetzen hatte.

Zunächst galt es auf aërodynamischem Gebiete die Konsequenzen des Avanzinischen Gesetzes zu ermitteln, welches sich auf die Verteilung des Widerstandes von Flüssigkeiten gegen schräge Flächen bezieht. Zu diesem Zwecke konstruierte Verfasser einen grossen Präzisionsapparat zur Analyse des Luftwiderstandes gegen geneigte Flächen. Der Apparat wurde im Naturwissenschaftlichen Verein zu Hamburg, sowie auf der 67. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Lübeck s. Z. vorgezeigt und erläutert. Die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen wurden mit Genehmigung des Herrn Geheimrat Neumayer auf der deutschen Seewarte ausgeführt, mit Benutzung der dortigen grossen Combes'schen Rotationsmaschine und ihren chronographischen und sonstigen Hülfseinrichtungen. Der Naturwissenschaftliche Verein und die Averhoff'sche Stiftung in Hamburg stellten die erforderlichen nicht unbedeutenden Mittel zum Bau der Apparate bereitwillig zur Verfügung, wofür ich hier meinen verbindlichen Dank aussprechen möchte.

Während der Untersuchungen erschien die grosse Arbeit Langley's über Aërodynamics, welche die Verhältnisse des Widerstandes soweit aufklärten, als zur Fortführung der wichtigsten Fragen des Vogelfluges nötig war. Die eignen bis dahin gewonnenen Beobachtungsresultate stimmten mit den theoretischen Erwartungen und mit Langley's Angaben im Prinzip überein. Da nun infolge eines Bruches eine tiefgreifende und lang-

wierige Reparatur des Apparats nötig wurde, und Mangel an Zeit und andere Gründe den Abschluss der aërodynamischen Untersuchungen in die Ferne rückten, so entschloss sich Verfasser zunächst zu einer Durcharbeitung des Vogelfluges auf Grund der inzwischen gewonnenen Erfahrungen.

Die hierbei erzielten Resultate bestehen, wie man sehen wird, im wesentlichen in einer Erweiterung unserer Kenntnisse über die mechanische Bedeutung der verschiedenen Flügelformen und Flugarten; und es ist schliesslich gelungen, den Schleier zu lüften, der bis dahin das Zustandekommen des Segelfluges in so geheimnisvolles Dunkel hüllte.

Mögen diese Ergebnisse rein wissenschaftlicher Forschung auch den praktischen Bestrebungen förderlich sein, deren Ziel ist: die Ausdehnung der Herrschaft des Menschen auf das Reich der Lüfte.

Hamburg, Realgymnasium des Johanneums.

Herbst 1895.

I. Teil.

Der Ruderflug.

1. Einleitung.

Die freie Natur zeigt uns ihre befiederten Bewohner mehr in der Bewegung, als in der Ruhe, mehr im Fluge, als sitzend und schreitend. Dem Land- und Forstwirt, dem Seemann und wen sonst der Beruf hinaus in's Freie führt, ist daher die Erscheinung des fliegenden Vogels eine weit bekanntere, als die des ruhenden. Der Naturfreund und Biologe, der es liebt, die Tiere bei ihrem Thun und Treiben zu beobachten, erkennt die Vögel weniger an ihren systematischen Merkmalen, als an dem Bilde, welches sie in ihrem Fluge vor seinen Augen vorüberziehen lassen. Er kennt sie an ihrer Grösse, an dem Umrissbild, mit dem sie sich vom hellen Hintergrunde des Himmels abheben, an der Gestalt der Fluglinie, der Art und Häufigkeit ihres Flügelschlages, an den Lauten, die sie im Fliegen hervorbringen, an ihrer Geselligkeit und dem Charakter der Landschaft, welche das ganze Flugbild umrahmt.

Oft übt der Wind einen unverkennbaren Einfluss auf den Verlauf des Fluges. Kleinere Vögel kämpfen mühsam flügelschlagend mit Aufgebot aller Kräfte gegen den Wind, um ihren Standort oder die Zugstrasse innezuhalten oder wiederzugewinnen, und häufig genug verschlägt sie der Wind hinaus in's offene Meer oder auf einsame Eilande, und zwingt sie, ein heimatsloses, unstetes Leben zu führen. Die schmalflügeligen Möven, die bei ruhigem Wetter träge und schwankend über der regungslosen Wasserfläche dahinrudern, sie tummeln sich mit grosser Lebhaftigkeit auf vielverschlungenen Bahnen fast ohne Flügelschlag in der Luft, wenn der Wind ihren Flügeln Kraft verleiht; und der Albatros, der bei Windstille vergessen zu haben scheint, dass er Flügel hat, wird zum König aller Flugtiere in den stürmisch bewegten Lüften der Kapmeere.

Sieht man von den Begleiterscheinungen ab, welche den äusseren Gesamteindruck des Flugbildes bei den einzelnen Arten der Vögel vervollständigen, achtet man nur auf die Thätigkeit des Flugapparats in seiner Wechselwirkung gegen die Luft, so ergeben sich zwei auffällig verschiedene Flugmethoden, *der aktive Ruderflug,* mit Flügelschlag und

der passive Flug, bei welchem der Vogel die Flügel in ausgebreiteter Stellung festhält, schwebend und segelnd oder gar periodisch ganz einzieht, wenn er pfeilartig durch die Luft gleitet.

Die Anwendung dieser beiden Flugmethoden ist eine sehr verschiedene. Die meisten Vögel wenden gewöhnlich den Flügelschlag an, andere, wie der Albatros, pflegen mit Vorliebe zu schweben und zu segeln. Aber so gut der Albatros gelegentlich Flügelschläge ausführt, so gut fliegen auch die echten Ruderer, unter denen die Hühner die schwerfälligsten sind, in vorübergehenden Pausen mit ruhigen Flügeln. Und wenn der Kondor nur beim Abfliegen Flügelschläge anwendet, um seine volle Geschwindigkeit zu erlangen, und dann stundenlang ohne einen Flügelschlag kreisend und schwebend die höchsten Luftschichten durchzieht, so giebt es viele andere Vögel, die während des ganzen Fluges ohne Unterbrechung rudern und nur am Schluss, um die Geschwindigkeit zu dämpfen, eine kurze Strecke mit ruhigen Flügeln herabschweben. Passiv kreisend lässt sich der Storch vom Winde emporheben und langsam durch die Luft dahintragen, oder er rudert rastlos vorwärts, dem Winde entgegen; in ruhiger Luft sieht man ihn abends in kurzen, wechselnden Perioden rudernd und schwebend seinem Neste zufliegen. Periodisch ist auch der Wellenflug der kleinen Singvögel, doch haben sie in den Intervallen des Ruderfluges ihre Flügel dicht herangezogen, wie der Falke, der hoch aus der Luft auf seine Beute herabstösst. Die Segler, Möven und Sturmvögel bewegen sich ohne Flügelschlag auf unregelmässigen, mannigfach gekrümmten Bahnen; die grossen Raubvögel aber segeln fast nur in Kreisen, Spiralen und Schleifenlinien, und der wechselvolle, leicht vom Willen beherrschte Flug jener ist ihnen unmöglich.

Es ist eine überaus dankbare Aufgabe biologischer Forschung, den Zusammenhang dieser auffälligen Verschiedenheiten des Fluges mit den sonstigen Lebensgewohnheiten und Existenzbedingungen der Arten festzustellen, und den weiteren Ursachen nachzugehen, welche im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung eine so ungleiche Ausgestaltung des Flugvermögens — vom Kondor bis zu den Kolibris, vom Albatros bis zu den Straussen und Pinguinen — veranlasst haben können.

Für unsere flugmechanischen Betrachtungen kommen nur die nächstliegenden Ursachen jener Verschiedenheiten in Frage, und diese liegen — abgesehen von den erwähnten Einflüssen des Windes — so gut wie ausschliesslich in den ungleichen Verhältnissen des Flugmechanismus der Vögel. Die vergleichende Anatomie zeigt uns zwar in den natürlichen Flugapparaten dieselben Knochen und Bänder, dieselben Muskeln, Sehnen, Nerven und Häute, dieselben Arten der Federn und alles in analoger, typischer Zusammenstellung; aber dieser nominellen Uebereinstimmung stehen in qualitativer, wie quantitativer Hinsicht ebenso viele verschiedenartige Kombinationen jener anatomischen Elemente gegenüber, als es verschiedene Vogel- und Flugtypen giebt.

Die gediegenen Untersuchungen von Prechtl, Harting, Marey, Legal & Reichel, Müllenhoff u. a. haben hierfür ein reiches Material exakter Beobachtungen zu Tage gefördert und eine Reihe wichtiger Beziehungen zwischen jenen verschiedenen Organisationen und dem Charakter des Fluges der Vögel ermittelt. Wir wissen jetzt, dass die Ruderer

unter den Vögeln eine relativ kräftige Muskulatur besitzen, deren Fasern schräg nach hinten und unten gegen die Längsachse des Körpers geneigt stehen, dass die Flügel hohl und meist zugespitzt erscheinen, und dass das lineare Verhältnis der Flügeloberfläche und des Körpergewichts grösser ist, als bei den Vögeln, die sich vorherrschend des Schweb- und Segelfluges bedienen. Von diesen Seglern aber ist bekannt, dass ihre Flugmuskeln vergleichsweise schwächer sind, dass die Fasern der Brustmuskeln mehr senkrecht, dorsoventral vom Schultergelenk nach dem Brustbein hinüberziehen, und dass die Flügelformen mehr lang, schmal, abgestutzt und flach sind.

Leider aber fehlt bis jetzt eine befriedigende Erklärung aller dieser und vieler anderer richtig erkannter Beobachtungen, und der mechanische Zusammenhang zwischen der beobachteten Organisation und ihrer Funktion, dem Flugtyp, ist unklar geblieben. Diesen Zusammenhang im Einzelnen nachzuweisen, ist das Endziel einer physiologischen Mechanik des Vogelfluges, zu welcher die nachfolgenden Studien hoffentlich einige nützliche Bausteine liefern werden. Der Zukunft muss es vorbehalten bleiben, den ganzen Bau zu errichten und in allen Einzelheiten systematisch durchzuarbeiten. Gegenwärtig sind wir von diesem Ziele noch weit entfernt, noch ist, um nur Einzelnes herauszugreifen, die mechanische Bedeutung der verschiedenen Flügelformen unvollständig oder gar nicht erkannt, und die vollendetste aller Flugarten, der Segelflug, ist — trotz aller bisherigen Erklärungsversuche — noch heute ein ebenso vollkommenes und unerklärtes Naturwunder, wie er es zu allen Zeiten gewesen ist. Die nächstliegende und wichtigste Aufgabe der Forschung ist daher vor allem anderen, diese fundamentalen Probleme der Flugmechanik und was damit zusammenhängt einer Lösung entgegenzuführen, und das ist das Ziel der vorliegenden Untersuchung.

Der Flug ist die Folge der Wechselwirkung des durch das Körpergewicht belasteten Flugapparats gegen die ruhende oder bewegte Luft. Die Luft setzt der Bewegung der Flügel einen Widerstand entgegen, der den in der Luft frei schwebenden Vogel nicht nur trägt und hebt, sondern unter allen Umständen auch vorwärts treibt. Zum Verständnis der Flugerscheinungen ist daher zweierlei vorauszuschicken:

1. Die Gesetze des Luftwiderstandes,
2. Die Einrichtung des Flugapparats.

2. Der Luftwiderstand.

Wenn ein Wind von 1 m Stärke senkrecht gegen eine kreisförmige Platte von 1 qm Flächeninhalt trifft, so übt er auf die Platte einen Druck von ca. 0,13 kg aus, und umgekehrt, wenn dieselbe Platte mit einer Geschwindigkeit von 1 m in der Sekunde gegen ruhende Luft bewegt wird, so leistet diese gegen die Bewegung einen Widerstand von 0,13 kg. Nimmt man grössere Platten, so zeigt sich, dass der Widerstand im gleichen Masse zunimmt, wie der Flächeninhalt der Platte. Steigert man die Geschwindigkeit

der Bewegung, so wächst im allgemeinen der Widerstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, und man erhält somit für die Berechnung des Widerstandes W die einfachste der vorhandenen empirischen Formeln

$$W = 0{,}13\ f.\ v^2;$$

wo f den Flächeninhalt und v die Windstärke bedeutet. Für den Fall, dass der Wind nicht rechtwinklig auf die Fläche trifft, sondern unter einem spitzen Winkel α, hat man die rechte Seite der Gleichung noch mit sin α zu multiplizieren:

$$W = 0{,}13.\ f.\ v^2 \sin \alpha.$$

Wir übergehen als für unsere Zwecke zunächst von untergeordneter Bedeutung die vorhandenen anderen Formeln für den Luftwiderstand, in denen das konstante Glied eine nähere Interpretation erfahren, und die Glieder v^2 und sin α gewissen abweichenden Resultaten der Beobachtung enger angepasst ist.

Von grosser Bedeutung für die Aërodynamik und besonders für die uns interessierenden Fragen des Vogelflugs sind die hydrodynamischen Untersuchungen Avanzini's geworden, deren Ergebnisse von Duchemin*) citiert werden. Avanzini liess auf verschieden gestaltete rechteckige Tafeln den Druck eines Wasserstromes unter verschiedenen Einfallswinkeln einwirken und stellte fest, dass bei rechtwinkligem Auftreffen des Stromes der Widerstandsmittelpunkt (= Angriffspunkt der Resultante des Wasserdruckes) mit dem Schwerpunkte der getroffenen Fläche zusammenfalle, dass dagegen bei schiefwinkligem Auftreffen des Stromes der Widerstandsmittelpunkt umsomehr gegen den Vorderrand der Tafel sich verschiebe, je spitzer der Einfallswinkel, je geringer die Geschwindigkeit und je kleiner das Verhältnis der in der Stromrichtung liegenden Seitenlinie des Rechtecks zur Länge des Vorderrandes ist. — Bei der grossen Aehnlichkeit der hydrodynamischen und aërodynamischen Vorgänge liess sich erwarten, dass ähnliche Verhältnisse wie die von Avanzini ermittelten auch bei der Einwirkung von Luftströmen auf geneigte Platten vorliegen würden.

Diese Vermutung wurde zuerst durch die experimentellen Untersuchungen von Joëssel**) und Kummer***) bestätigt und hat dann neuerdings in den von W. H. Dines†) zu Hersham bei London ausgeführten Untersuchungen und namentlich endlich durch die grossartigen Experimente von S. P. Langley††) weitere eingehende Prüfung und Bestätigung gefunden.

Wenn es nun auch noch nicht möglich ist, die qualitative Wirkung des Luftwiderstandes gegen geneigte Flächen so allgemein zu formulieren, wie es durch Avanzini für den Widerstand des Wassers geschehen ist, so ist doch schon jetzt mit Bestimmtheit festgestellt, dass die Grösse des Widerstandes keine einfache Funktion des Flächeninhaltes

*) Experimental-Untersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten. Deutsch von Schnuse. Braunschweig 1844.

**) Joëssel. Mémorial du Génie Maritime 1870.

***) Kummer. Ueber die Wirkung des Luftwiderstandes. Abhand. der Berl. Akad. d. Wiss. 1875.

†) W. H. Dines. Verschiedene Abhandlungen in Quart. Journ. of R. Meteor. Soc XV etc.

††) S. P. Langley. Experiments in Aerodynamics. Smithsonian Contrib. 1891.

ist, wie es nach den bisher angenommenen Formeln zu sein schien, sondern ***dass dieser Widerstand sehr wesentlich auch von der Form der getroffenen Fläche abhängig ist,*** und dass es dabei in erster Linie auf die Länge des Vorderrandes der Fläche ankommt.

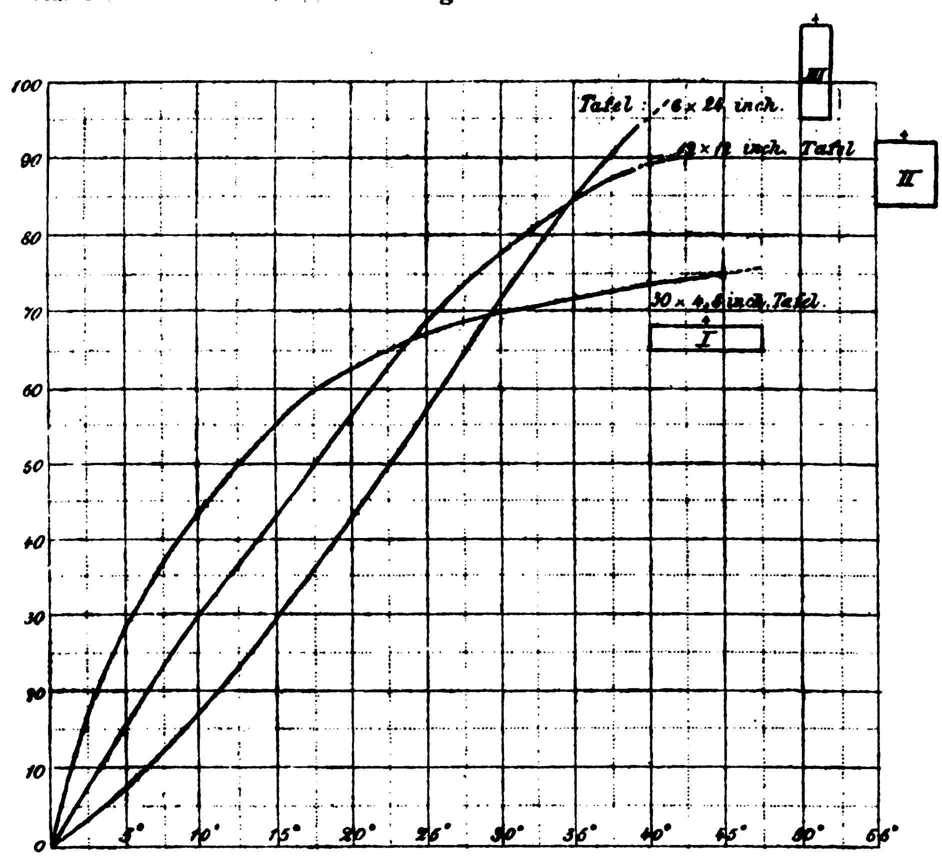


Fig. 1 (nach **Langley**).

Darstellung des Widerstandes, den die Luft an drei geneigten Flächen von gleichem Inhalt, aber verschiedener Form und Stellung hervorruft. Bei der Tafel I (30 × 4,8 inch) steht der lange Rand (30 inch), bei der Tafel III der kurze Rand (6 inch) quer zur Windrichtung. Die *Abscissen* bedeuten die Neigungswinkel der Tafel gegen die Horizontale. Die *Ordinaten* bedeuten die rechtwinklig zur Tafel gerichteten Komponenten $F(\alpha)$ der Widerstandsresultante $P(\alpha)$, bezogen auf den Gesammtdruck $P(90)$ des Windes bei rechtwinkligem Auftreffen, desselben also

$$F(\alpha) = \frac{P(\alpha)}{P(90)}.$$

Die vorstehende Abbildung zeigt, dass bei kleinen Neigungswinkeln der Widerstand der Luft an einer Fläche (I) mit langem Vorderrand erheblich grösser ist, als an einer Fläche, bei welcher der schmale Rand voraufgeht.

Durch Langley's Versuche ist ferner festgestellt, dass bei gleicher Zunahme der Windstärke der tragende Widerstand um so schneller wächst, je länger an einer geneigten Fläche von bestimmtem Inhalt der *Vorderrand* ist.

Mit diesen überaus wichtigen aërodynamischen Thatsachen steht eine Reihe weiterer bedeutungsvoller Beobachtungen Kummer's und Langley's in Einklang, aus

denen sich, dem Avanzini'schen Gesetz entsprechend, auch für den Widerstand der Luft eine Verschiebung des Angriffspunktes der Resultante dieses Widerstandes gegen den Vorderrand der Fläche ergiebt. Bei rechtwinkligem Windstoss fällt dieser Angriffspunkt, den wir auch Druckmittelpunkt nennen können, mit dem Schwerpunkt der Fläche zusammen; je kleiner aber der Einfallswinkel des Windes ist, desto mehr wandert der Druckmittelpunkt gegen den Vorderrand. Nach Lord Rayleigh*) lässt sich für eine quadratische Fläche von der Seitenlänge b der Abstand x des Druckmittelpunktes vom Flächenmittelpunkte, wenn α der Neigungswinkel ist, berechnen nach der Formel:

$$x = \frac{3 \cdot \cos \alpha}{4\,(4 + \pi \sin \alpha)} \cdot b.$$

Danach würde der Druckmittelpunkt bis auf einen Abstand von $\frac{5}{16} \cdot b$ an den vorderen Rand der quadratischen Fläche heranrücken bei ganz kleinen Neigungswinkeln.

Bei rechteckigen Flächen ist die Verschiebung grösser, wenn bei kleinen Neigungswinkeln der längere Rand der Fläche in der Bewegung voraufgeht, doch sind die bestimmten quantitativen Beziehungen zwischen der Gestalt der Fläche und dem Grade der Verschiebung noch nicht bekannt.

Ebenso fehlt bis jetzt, soviel mir bekannt geworden, jede nähere Untersuchung über den Grad der Verschiebung des Druckmittelpunktes, welche nach Analogie der Avanzini'schen Versuche durch eine Aenderung der Windstärke bei konstantem Neigungswinkel herbeigeführt wird.

Die Beziehungen zwischen den in Fig. 1 dargestellten Widerstandsverhältnissen und der Wanderung des Druckmittelpunktes gegen den Vorderrand der vom Winde getroffenen Fläche ergeben sich ohne Mühe, wenn man die mechanische Ursache der Verschiebung ins Auge fasst.

Es sei AB (Fig. 2) der in der Vertikalebene liegende Durchschnitt einer rechteckigen Tafel, welcher durch den Druckmittelpunkt D geht und welcher mit der Windrichtung W den Winkel α bildet. Es lässt sich dann die Summe aller normal zu AB gerichteten Komponenten des Luftwiderstandes durch eine in D angreifende Resultante FD ersetzen. Betrachtet man D als Drehungspunkt eines ungleicharmigen Hebels, so ist für den Fall des Gleichgewichts die Summe der Momente der auf AD angreifenden Widerstandskräfte gleich derjenigen von BD. Hieraus folgt, dass die lebendige Kraft der bewegten Luftteilchen ausgiebiger auf den unmittelbar hinter dem Vorderrande A liegenden Flächenstreifen übertragen wird, als

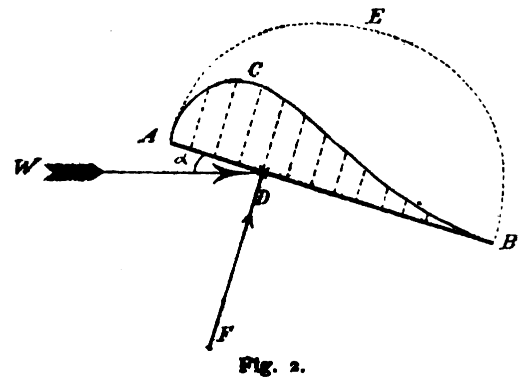


Fig. 2.

Schnitt AB durch eine geneigte Ebene in der Vertikalebene der Windrichtung W. $\angle \alpha$ Neigungswinkel der Ebene, D Druckmittelpunkt, FD Druckresultante der normalen Komponenten des Luftwiderstandes (verkürzt), ACB *mutmassliche Kurve der Druckverteilung*, deren Ordinaten zu AB die Normalkomponente des Luftdruckes für die Punkte von AB angeben, wenn der Neigungswinkel $= \alpha$ ist, AEB ähnliche Kurve für $\angle \alpha = 90^0$.

*) Phil. Mag 1876. Dec. pag. 430—441.

auf die Flächenteile, welche dem Hinterrande B benachbart liegen. Nun ist zwar die genaue Verteilung des Widerstandes auf die einzelnen Flächenteile noch nicht experimentell ermittelt, aber es lässt sich doch nach dem eben Gesagten die allgemeine Anordnung erkennen. Danach werden sich für kleine Neigungswinkel Druckkurven F (α) ergeben, welche vermutlich mit der in Fig. 2 gezeichneten Kurve ACB Aehnlichkeit haben. Die auf AB bezogenen Ordinaten dieser Kurve würden die Normalkomponenten des Luftwiderstandes in jedem Punkte des Flächendurchschnittes AB vorstellen. Die hinzugezeichnete halbkreisähnliche Kurve AEB*) bezeichnet den Druck P (90), den die Luft bei rechtwinkligem Auftreffen ($\alpha = 90^0$) auf die Tafel ausübt. — Ein Vergleich der beiden Flächenstücke, welche von jeder der beiden Kurven und der Geraden AB begrenzt werden, zeigt die absolute Ueberlegenheit des Widerstandes P (90) über den Normaldruck F ($\alpha < 90^0$). Je mehr sich der Neigungswinkel α dem Rechten nähert, desto mehr wird sich die Kurve ACB der Kurve AEB anschmiegen; je kleiner der Neigungswinkel, desto mehr wird sich ACB der Geraden AB nähern und endlich bei $\alpha = 0^0$ mit AB zusammenfallen, d. h. es wird keine eigentliche Hebung mehr erfolgen.

Im letzteren Falle kann die Luft nur noch passiv wirken durch ihre Trägheit oder ihr Beharrungsvermögen, und dieses ist um so grösser, je grösser die Geschwindigkeit der Luft oder umgekehrt die Geschwindigkeit des die Luft durchschneidenden flächenhaften Körpers ist.

Eine Tafel, welche man bei ruhiger Luft so zur Erde fallen lässt, dass ihre Fläche immer horizontal steht, wird zur Ueberwindung der Trägheit der Luft eine bestimmte Zeit gebrauchen. Sobald aber die Luft eine horizontale Bewegung hat, wird diese Zeit eine entsprechend längere sein, da sich immer neue unbeeinflusste Luftteilchen unter die Tafel drängen und somit die Einwirkung der Tafel sich auf eine weit grössere Luftmasse erstrecken muss.

Mit anderen Worten, die mit ihrer Fläche horizontal schwebende Tafel wird von der *bewegten* Luft so getragen, als sei die Dichte der Luft durch entsprechend starke Kompression erhöhet worden; je grösser die Geschwindigkeit, sei es der Luft, sei es der horizontal bewegten Tafel, desto besser *trägt* die Luft den schwebenden Körper und hindert ihn am Herabsinken. Langley hat in der vorhin erwähnten grossen Arbeit auch diese Verhältnisse mit zum Gegenstande seiner experimentellen Forschung gemacht und dabei manche sehr bemerkenswerte Einzelergebnisse erzielt, aber er irrt, wenn er glaubt, die Bedeutung der Trägheit der Luft für die Mechanik des Fluges sei »hitherto almost neglected by man«: sie ist schon seit mehr als 100 Jahren**) bekannt, wird aber in der 2. Hälfte dieses Jahrhunderts so zu sagen mit Vorliebe immer wieder neu entdeckt.***)

---

*) Eine ähnliche Kurve ergiebt sich aus einer tabellarischen Uebersicht, welche C. Recknagel (»Ueber Luftwiderstand«, Zeitschr. d. Ver. deut. Ingen., Bd. XXX pag. 489 ff.) über die Verteilung des Luftdruckes an einer bewegten kreisförmigen Scheibe gegeben hat.

**) Silberschlag. Von dem Fluge der Vögel, Zeitschr. d. Berl. Ges. naturf. Freunde. Bd. II, 1781—84, pag. 214.

***) Man vergleiche darüber: Marey, Vol. des oiseaux. 1890. Seite 255.

Bedürfen nun auch auf aërodymanischem Gebiete noch manche Punkte im einzelnen der experimentellen Aufklärung, so sind doch die eben mitgeteilten allgemeinen Verhältnisse des Widerstandes der Luft gegen geneigte Flachen bereits so weit sicher gestellt, dass ihre Kenntnis für die Beurteilung der wichtigsten flugmechanischen Fragen als ausreichend betrachtet werden kann. Auf die sehr interessanten Untersuchungen Lilienthal's über den Widerstand an gewölbten Flächen werden wir später einzugehen haben.

3. Der Bau des Flügels.

Neben den passiven Flugflächen des Rumpfes und dem als Steuer fungierenden Schwanze des Vogels bilden die Flügel mit den zugehörigen Skeletteilen und Muskeln des Rumpfes das eigentliche, aktive Flugorgan. Sehen wir ab von einer Rekapitulation der inneren anatomischen Verhältnisse, die in allen Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie mehr oder weniger ausführlich dargestellt sind, so erscheint uns der einzelne Flügel äusserlich im Umfang von ausgeprägt *unsymmetrischer Gestalt.* (Fig. 3.) Der straffe Vorderrand bildet am völlig entfalteten Flügel eine mehr oder weniger annähernd gerade Linie, die gegen die Spitze, entsprechend der Form der vorderen Schwungfedern, ein wenig zurückgebogen ist. Der Hinterrand ist meist stärker gebogen und daher länger als der Vorderrand.

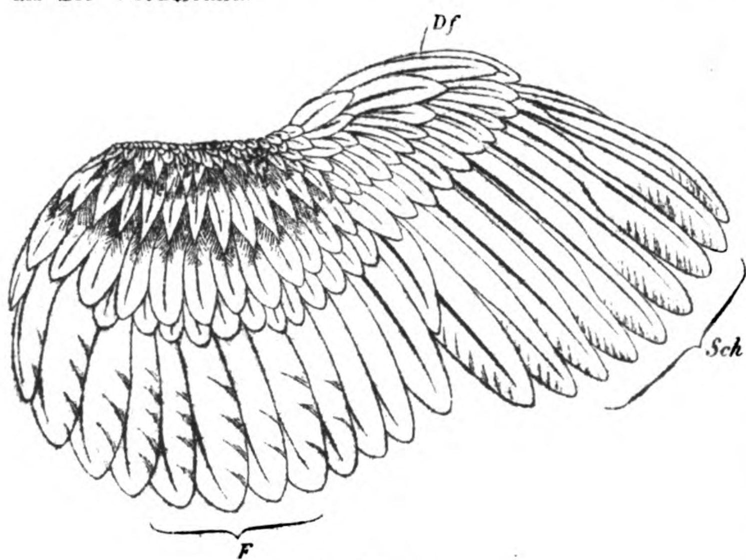


Fig. 3.
Rechter Flügel vom Haushahn. $^1/_4$ *der natürl. Grösse.*
F. Fächer; Sch. Schwinge; Df. Daumenflügel oder sog. Lenkfittich (vorgezogen).

Man unterscheidet an dem Flügel zwei deutlich zu trennende Abschnitte, der eine, welcher die Spitze bildet und das Handskelett zur Unterlage hat, führt den Namen »*Schwinge*«, der Rest an der Flügelbasis heisst »*Fächer*«. Die meist zehn grossen Federn der Schwinge führen den Namen Schwungfedern oder Schwingen I. Ordnung, die etwas kleineren Federn des Fächers sind am Unterarm befestigt und heissen daher Armschwingen oder Schwungfedern II. Ordnung.

Der nach vorn offene Winkel zwischen Ober- und Unterarm wird von der dreieckigen befiederten vorderen *Flughaut* überspannt, welche demnach den vorderen Bestandteil des Fächers ausmacht.

Ein als *Schulterfittich* bezeichneter Federschopf schliesst die Lücke zwischen dem Fächer und der Körperwand, soweit sie nicht durch die hier vorhandene ***hintere Flughaut*** ausgefüllt wird.

So erscheinen denn die Skeletteile des Armes eingeschaltet in die Flugfläche des Fächers, welche durch die winkelförmige Anordnung der elastisch verbundenen Knochen in einfachster und zweckmässigster Weise ausgesteift und lenkbar gemacht wird. Das *Handskelett* bildet die Aussteifung des vorderen Flügelrandes an der Basis der Schwinge.

Der *Daumen* ist mit den verwachsenen Fingerrudimenten nicht starr verbunden, sondern steht frei beweglich am Vorderrande der Handwurzel und des Flügels. Er trägt an seiner Rückseite ein Büschel von 4—6 steifen Federn, die einen unter dem Namen *Lenkfittich* bekannten kleinen Flügel für sich bilden.

Die Schwungfedern stehen so dicht nebeneinander, dass sie sich dachziegelig decken, und zwar so, dass an der Oberseite des Flügels die Vorder- resp. lateralen Ränder der Federn freiliegen, an der Unterseite die hinteren resp. medialen Ränder. Die Federn können eine geringe Drehung um ihre Längsachse erfahren. Sie stecken mit ihren Spulen fest in röhrenförmigen Scheiden, die aus elastischem Bindegewebe gebildet und mit dem dorsalen Periost des Arm- und Handskelettes innig verknüpft sind. Soweit die unbefiederten Spulen aus den Scheiden hervorsehen, lassen sie Spalträume zwischen sich, welche an der Ober- und Unterseite des Flügels durch einige Reihen eng anschliessender Deckfedern wirksam verschlossen werden. (Fig. 3.) So bildet der Flügel, obgleich er aus so vielen Teilen zusammengesetzt wird, doch eine lückenlose, zusammenhängende Flugfläche, welche infolge des bekanntlich so überaus dichten Gefüges der Federfahnen das Hindurchdringen der Luft beim Flügelschlage so gut wie vollständig ausschliesst.

An den entfalteten Flügeln der Störche, Krähen und grossen Raubvögel, z. B. beim Bussard, treten die Spitzen der ersten Handschwingen aus der geschlossenen Flügelfläche heraus und ragen wie gespreizte Finger frei über den äusseren Rand des Flügels hervor. Diese auffallende Erscheinung kann vorübergehend auch bei zahlreichen anderen Vögeln auftreten, bei denen der entfaltete Flügel für gewöhnlich nur eine ringsum geschlossene Fläche darstellt. Das Zustandekommen und die mechanische Bedeutung dieser merkwürdigen Verhältnisse soll weiter unten näher erörtert werden.

Die ***Schwungfedern*** (Fig. 5) als die wichtigsten Teile des Flügelgefieders bestehen aus dem axialen *Schaft*, dessen unteres, im ausgewachsenen Zustande hohles Ende ***Kiel*** oder *Spule* genannt wird, und aus der flächenhaft entwickelten ***Fahne***, deren Hälften zu beiden Seiten des Schaftes als ***Vorderbart*** und ***Hinterbart*** bezeichnet werden.

Der röhrenförmige *Kiel* hat einen elliptischen Querschnitt. (Fig. 4,1.) Da der längere Durchmesser der Ellipse senkrecht zur Ebene der Federfahne steht, die Röhre demnach oben und unten stärker gewölbt ist als seitlich, so ist der Kiel auch in erster Linie zur Aufnahme eines senkrecht zur Federfahne erfolgenden mechanischen Druckes geeignet, und seine Biegungsfestigkeit ist in dieser Richtung grösser, als in der Richtung des kleineren Durchmessers der Ellipse. — Beim Uebergang zwischen Schaft und Kiel (Fig. 4,2) ist

der Querschnitt annähernd kreisförmig, die hornige Wand scheint oben ein wenig verstärkt, die Höhle ist seitlich zum Teil mit korkartigem Federmark erfüllt, welches auch den Inhalt des Schaftes bildet. Dieser hat, wie die Fig. 4 (3 u. 4) zeigen, einen nahezu quadratischen Querschnitt. Die dorsale Fläche wird von einer flach gewölbten, kräftigen Hornplatte dargestellt, welcher auf der Unterseite zwei schmale, starke, rinnenförmige Hornleisten gegenüber stehen. Diese Hornleisten stossen in einer Längsfurche mit ihren dünneren Rändern aneinander, sodass die Unterseite des Schaftes mit einer zusammenhängenden, wellblechartigen Hornplatte verstärkt erscheint. Die Seitenwände des Schaftes bestehen aus mässig starken, ebenen Horntafeln; sie tragen am oberen Rande die Fiedern, von deren Basis zuweilen feine Hornrippen über die Fläche schräg gegen den unteren Rand der Seitenflächen herablaufen.

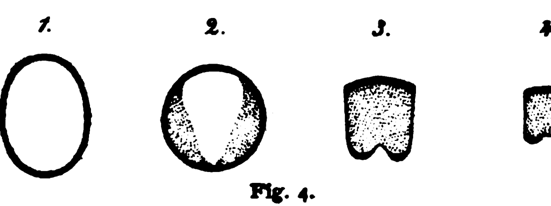


Fig. 4.
Querschnitte durch Kiel und Schaft einer Schwungfeder. 1. Kielmitte. 2. Uebergang zwischen Kiel und Schaft; Höhle zum Teil mit Mark gefüllt. 3. Erstes Viertel des Schaftes. 4. Schaftmitte.

So nebensächlich diese Einzelheiten im Bau des Federschaftes erscheinen mögen, so sind sie doch im hohen Grade zweckentsprechend und lassen geradezu die mechanischen Ansprüche erkennen, welche beim Fluge an das Federmaterial gestellt werden. Die Natur hat in dem Federschafte unter minimalem Substanzverbrauch einen elastischen Träger von vorzüglichen Eigenschaften geschaffen. Man erkennt unschwer, dass die gewölbten und gewellten Horntafeln der Ober- und Unterseite, sowie die hochkantig stehenden Seitenplatten in erster Linie geeignet sind, einen senkrecht zur Flügelfläche erfolgenden Druck auszuhalten. Der Schaft erfährt dabei eine entsprechende Biegung, welche mit einer geringen Abflachung der Wölbungen oben und unten Hand in Hand geht. Wird dagegen ein Druck senkrecht zu einer *Seitenfläche* des Schaftes ausgeübt, so leisten die Seitenflächen nur einen geringen Widerstand gegen die Durchbiegung, und die seitlich belasteten gewölbten Flächen werden leicht unter Vertiefung der Wölbungen zusammengedrückt. Es lässt sich also aus der mechanischen Konstruktion des Federschaftes wie des Kieles entnehmen, dass beide gegen den vertikalen Druck, dem der Flügel ausgesetzt ist, besser ausgestattet sind, wie gegen einen horizontalen. Die Prüfung der Feder zeigt in der That, dass der Schaft in vertikaler Richtung ungleich schwerer zu biegen ist, als in der horizontalen. Der Unterschied ist schon wahrzunehmen, wenn man die Feder am Kiel festhält und dann mit der anderen Hand den Schaft in der einen und in der anderen Richtung biegt.

Um zu einem bestimmten Ausdruck für die verschiedene Biegsamkeit zu gelangen, wandte ich das folgende einfache Verfahren an. Die Schwungfedern wurden zunächst mit dem Kiele fest in die Oeffnung eines durchbohrten Korkstückes gesteckt und dieses in bestimmter Orientierung festgeklemmt. Darauf wurde vor der Spitze der Feder ein vertikaler Massstab aufgestellt und der Teilpunkt abgelesen, den die Federspitze bezeichnete,

Nun wurde vermittelst eines Drahthakens ein konstantes Gewicht in der Mitte des Federschaftes angehängt, und an der Skala ermittelt, wie weit die Federspitze herabgebogen war. Nachdem die Feder um einen Winkel von 90° um ihre Längsachse gedrcht war, wurde der Versuch wiederholt. Die Differenzen der zugeordneten Ablesungen an der Skala ergaben dann ein Mass für den verschiedenen Grad der Biegsamkeit des Federschaftes in den beiden Hauptbelastungsrichtungen. So erhielt ich z. B. für eine Schwanenfeder als Verhältnis der vertikalen zur horizontalen Biegsamkeit den Wert B = 7 : 10 = 1 : 1,4, für eine grosse Schwinge von Aquila fulvus B = 4 : 9 = 1 : 2,2.

Von grosser Bedeutung für den Flug ist das Torsionsvermögen des ganzen Flügels und der einzelnen, isolierten Schwungfedern. Die experimentelle Bestimmung desselben ist aber mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und kann kaum in irgendwie befriedigender Weise durchgeführt werden, da sie von willkürlichen und reflexiven Spannungsverhältnissen des Flügels abhängig ist. Auch die einzelne Feder dreht sich ja nicht nur in sich selbst, sondern auch im Ganzen in und mit ihrem elastischen scheidenförmigen Lager der bindegewebigen Haut, in welche sie eingepflanzt ist.

An allen Schwungfedern besitzen Kiel und Schaft eine charakteristische *Krümmung*, deren Konkavität nach unten und etwas nach hinten gerichtet ist. Projiziert man die Krümmung, wie in Fig 5, auf eine horizontale und eine vertikale Ebene, so erscheint sie in Gestalt von zwei ungleichen Kreisabschnitten, deren Form durch die Sehnenlänge und Segmenthöhe annähernd bestimmt ist. Bei dem Adler, der Ente und dem Haushuhn beträgt die Höhe der ventralen Schaftkrümmung etwa $\frac{1}{10}$ der Sehnenlänge.

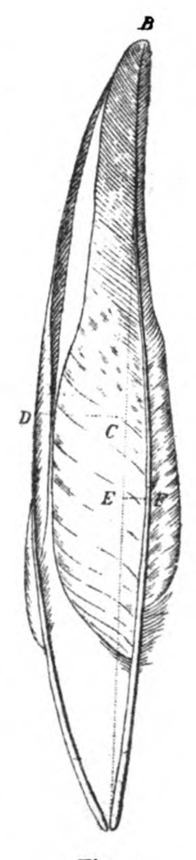


Fig. 5.
Schwungfeder vom *Steinadler* (Aquila fulva), 1/6 d. nat. Grösse. AB *Länge:* l = 55 cm. *Gewicht:* ca. 5 gr. CD *Ventrale* Konkavität: Segmenthöhe = 1/10 l; EF *Horizontale* Schaftkrümmung: Segmenthöhe = 1/50 l.

Die horizontale Krümmung des Schaftes hat beim Haushuhn eine Segmenthöhe von $\frac{1}{15}$, beim Adler von $\frac{1}{50}$ der geraden Entfernung von der Federwurzel bis zur Spitze. Durch die ventrale Krümmung der Federschäfte ist der Grad der Wölbung des ganzen Flügels bestimmt, denn die Federfahnen breiten sich in der durch die nebeneinander liegenden Federschäfte gehenden krummen Fläche aus und bilden so die Flugfläche.

Die *Federfahnen* sind bei den inneren Armschwingen nahezu symmetrisch gebaut, bei den äusseren ist der Vorderbart merklich schmäler, wie es die Handschwingen immer zeigen, bei denen schliesslich der Vorderbart auf einen ganz schmalen und steifen Rand reduziert sein kann. Die Feder wird dadurch unsymmetrisch, ein verkleinertes Abbild des ganzen Flügels. Ausserdem weisen die Handschwingen meist noch eine auffallende Verschmälerung beider Bärte auf, die von der Spitze aus um so weiter gegen die Basis herabreicht, als die Feder dem vorderen Flügelrande benachbart ist. In der Fig. 3 sieht

man deutlich bei den Handschwingen die Uebergangsstellen zwischen dem breiten und schmalen Teil der Vorderbärte; ebenso zeigt es die Adlerfeder Fig. 5.

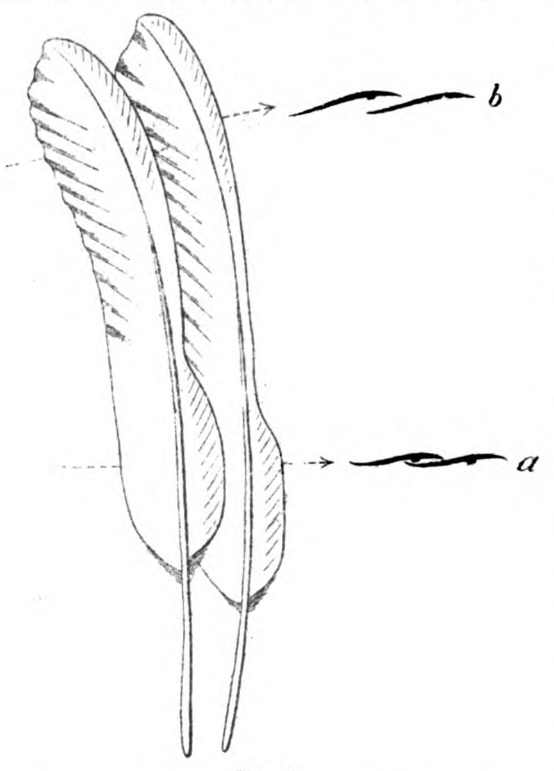


Fig. 6.
Linke Schwungfedern vom *Gallus domesticus*. 1/2 natürl. Grösse. a. Querschnitt durch den unteren Teil der Fahne, b. durch den oberen Teil. Der hintere Bart ist am Rande gewellt.

Die schmalste Stelle des Vorderbartes der grossen Schwungfedern liegt unmittelbar vor jener Uebergangsstelle und der Bart wird nach der Spitze zu wieder breiter (Fig. 6). Der vordere Rand des Vorderbartes ist etwas herabgebogen, am breiteren basalen Teile mehr als an der Spitze, sodass er sich dort bei ausgespanntem Flügel dicht an die Oberseite der vorangehenden Federn anlegt a), hier dagegen ein wenig von ihr zurückbleibt b). Am unteren Teile des hinteren Federbartes ist der Rand emporgebogen, wodurch ebenfalls ein dichtes Zusammenschliessen der benachbarten Federn und zwar an der Unterseite des Flügels ermöglicht wird. Der verschmälerte Teil des hinteren Federbartes zeigt in vielen Fällen eine leichte, gegen den Rand zunehmende Wellung, welche sich durch Geradestrecken und Durchbiegen des Schaftes nach oben und vorn, sowie durch Emporbiegen des hinteren Federrandes ausgleichen lässt.

Die nächstliegende Bedeutung dieser eigenartigen Formverhältnisse ist ohne weiteres klar, wenn man sie bei einem jener Vögel beobachtet, deren Handschwingen an dem entfalteten Flügel fingerförmig auseinanderweichen; denn die Zwischenräume, welche die benachbarten Federn von einander spalten, reichen dort bis an die bezeichnete Uebergangsstelle zwischen der schmäleren, isolierten Federspitze und dem breiteren Basalteil der Fahne, welcher in dem Verbande der geschlossenen Flügelfläche enthalten ist. Die merkwürdige Verschmälerung der Fahne hat hier offenbar den Zweck, das Freiwerden der Federspitzen zu ermöglichen, deren geringe Wölbung und Beschaffenheit des Randes für die Bildung einer geschlossenen Flügelspitze wenig geeignet erscheint.

Wenn wir nun dieselben Formgestaltungen der Schwingen in allen wesentlichen Einzelheiten bei einer grossen Zahl von Vögeln wieder antreffen, bei denen die Divergenz der Handschwingen für gewöhnlich nicht an dem entfalteten Flügel zu sehen ist, so schliessen wir, dass auch hier die Verschmälerung und Lockerung der Federspitzen den Zweck hat, das Auseinanderweichen der Federn am thätigen Flügel zu ermöglichen und

zu begünstigen. Die ferneren Betrachtungen über die Wirkung des Luftdruckes auf einzelne Schwungfedern werden diesen Schluss bestätigen und den Nachweis bringen, unter welchen äusseren Bedingungen und mit welchem mechanischen Erfolge das Auseinanderweichen der Federn thatsächlich stattfindet. (siehe S. 40.)

Die Strukturverhältnisse der Federfahne sind bekannt. Am Schaft sind zu beiden Seiten die *Fiedern* befestigt, welche wie die Zähne eines Kammes mit kleinen Abständen parallel nebeneinander stehen. Die Fiedern des Vorder- und Hinterbartes divergieren gegen die Federspitze und bilden unter einander nahezu rechte Winkel. Die einzelne Fieder hat die Gestalt einer schmalen Hornlamelle, die gegen ihre Spitze hin sich verjüngt und — am Hinterbart — die Form einer weichen Borste annimmt. Die Fläche der Fiederlamelle steht rechtwinklig zur Fläche der Fahne, also »hochkantig«, wie die Deckenbalken eines Hauses. Die Fieder ist daher mechanisch besonders geeignet, einem senkrecht zur Federfahne erfolgenden Drucke ausgiebigen Widerstand zu leisten, sie entspricht also in ihrem Bau vollkommen den Ansprüchen, die der Flug an sie stellt, nämlich in erster Linie den Körper zu tragen und zu heben. Die schwanke, rutenartige Form der Fiederspitzen des hinteren Federbartes entspricht nur scheinbar nicht ausdrücklich diesen Anforderungen, da beim Flügelschlage die biegsamen Spitzen dem senkrechten Drucke durch Umbiegen auszuweichen geneigt sind. In Wirklichkeit werden sie am Ausweichen durch die darüberliegende nächstfolgende Feder gehindert (Fig. 6a). Die einzeln stehenden Schwungfedern der Flügelspitze sind zwar auch in den Fiedern des Hinterbartes merklich steifer gebaut, dennoch krümmt sich der ganze hintere Rand unschwer empor, wie er denn an dem nicht freistehenden Teile der Feder auch in der Ruhe emporgekrümmt ist. Es hängt dies einesteils damit zusammen, dass beim Flügelschlage in Wirklichkeit der Druck der Luft wohl niemals genau rechtwinklig zur Federfläche erfolgt, sondern mehr oder weniger schräg von vorn und unten. Unter diesen Stosswinkeln ist aber der Luftwiderstand, wie wir oben sahen, nicht gleichmässig über die getroffene Fläche verteilt, sondern der Mittelpunkt des Luftdruckes ist um so mehr gegen den vorderen Rand der Feder verschoben, je kleiner der Stosswinkel ist, *er liegt also nicht in der Mitte der Federbreite, sondern wahrscheinlich auf oder nahe bei dem Federschafte.* Wenn dem so ist, dann ist auch der von dem schmalen Vorderbarte zu tragende Teil des Luftdruckes annähernd gleich dem des breiten Hinterbartes, woraus denn folgen würde, dass die Fiedern des Hinterbartes den mechanischen Anforderungen genügen können, auch wenn sie bei grösserer Länge weniger steif gebaut sind, als die Fiedern des Vorderbartes. Andererseits ist durch die grössere Biegsamkeit der Hinterbartfiedern, wie wir sehen werden, der eigenartige Effekt des Flügelschlages mit gewährleistet, dass der Vogelkörper nicht nur gehoben, sondern auch fortgetragen wird, und dass der verstärkte Flügelschlag auch einen erhöhten Antrieb nach vorn zur Folge hat.

Die *Verbindung der Federn zu einer geschlossenen Fläche* ist auf eine höchst zweckmässige Weise hergestellt. Jede einzelne Fieder besitzt eine sekundäre Fiederung an den dorsalen Längskanten der Lamelle. Die Längskante, welche gegen die Wurzel der Feder, den Kiel, sieht, trägt feine Fiederchen, welche mit ihrem langen, borstenförmigen

Ende parallel mit der Fieder liegen, und diese Fiederchen besitzen zum Teil an ihrem unteren Rande feinste Sägezähnchen. Die Fiederchen an der gegenüberliegenden Längskante divergieren seitlich und aufwärts von der Fiederlamelle, und tragen an ihrer Unterkante streckenweis zahlreiche mehr oder weniger lang gestielte Haken, welche an der langen Spitze durch eine äusserst zierliche tertiäre Fiederung ersetzt werden. Indem sich nun die hakentragenden Fiederchen von oben her über die mit Zähnchen versehenen der davor stehenden Fieder legen, schieben sich die Häkchen zwischen den darunter liegenden Fiederchen hindurch und haken sich hinter den Sägezähnchen fest. Jedes vordere Fiederchen greift mit seinen einzelnen Haken mehrere der parallel liegenden hinteren, gezähnten Fiederchen, und jedes gezähnte Fiederchen wird durch eine ganze Reihe von Haken gehalten, welche meist zu eben soviel Hakenfiedern gehören. Die tertiären feinsten Fiederchen bewirken, dass die benachbarten Fiedern sich nicht selber berühren oder mit ihren Haken verwickeln können. Da die Häkchen, wie die ganze Feder aus einem vollkommen elastischen und biegsamen Hornmaterial bestehen, so lassen sie sich durch hinreichenden Zug soweit strecken, dass sie hinter den kleinen Zähnen hinweggleiten. Die vorher geschlossene Federfahne erhält dadurch einen vom Rande gegen den Schaft vordringenden keilförmigen Spalt, der sich sofort wieder schliesst, wenn man den hakentragenden hinteren Rand des Spaltes vom Rücken der Feder her auf den vorderen Spaltrand legt. So kann auch der Vogel mit dem Schnabel die durch irgend einen Zufall verletzte, zerschlitzte Federfahne leicht wieder in eine geschlossene Fläche verwandeln.

Die Fiedern und Fiederchen, Häkchen und Zähnchen liegen so dicht neben und über einander, dass sie das Licht nur gedämpft hindurchtreten lassen, wie ein feines Seidengewebe, das man gegen das Licht hält. In den feinen capillaren Spalten, welche die zahlreichen zarten Gebilde der Federfläche zwischen sich lassen, erfährt die Luft, wenn sie beim Niederschlag des Flügels von der unteren zur oberen Flügelseite hindurchzudringen strebt, so bedeutende Widerstände, dass sie unter den herrschenden Druckverhältnissen so gut wie vollständig am Durchtritt verhindert wird. So ist es zu verstehen, wenn man die Federfahne oder den Flügel geradezu als *„luftdichte Fläche"* bezeichnet hat.

Dichter noch als die beschriebene gewebeartige Fläche der Feder sind gewisse Teile der Schwungfedern z. B. bei der Ente, dem Schwan und anderen Vögeln gegen das Durchdringen der Luft beim Fluge gebaut. Betrachtet man die Unterseite einer solchen Feder, so sieht man zu beiden Seiten des Federschaftes ein Areal, welches etwa die Hälfte beider Bärte umfasst und gegen die Randteile der Fläche deutlich begrenzt ist. Dies Areal scheint wie mit einem dünnen Gelatinehäutchen überzogen, fast spiegelnd, während die seitlichen Teile den gewöhnlichen matten Seidenglanz zeigen. Diese Erscheinung kommt dadurch zustande, dass hier die Fiedern ausser der gewöhnlichen Verknüpfung (durch die Fiederchen und deren Anhänge) noch durch zarte, häutige Säume verbunden sind, welche die Zwischenräume der benachbarten Fiederlamellen an der Unterseite der Feder überbrücken. Die untere Kante jeder Fiederlamelle hat an der nach der Spitze der Feder gewandten Seite einen schmalen, rechtwinklig umgebogenen Randsaum, welcher genau auf den glatten Unterrand der davorliegenden Fiederlamelle passt und sich ihm

federnd eng anschliesst. Erfolgt nun ein Druck der Luft gegen die Unterseite der Feder, so werden die Randsäume der Fiedern nur noch fester und inniger gegen jene glatten Ränder gedrückt, sodass ein vollkommener, ja hermetischer Verschluss der Fahne in diesem Areal der Feder geschaffen wird.

So genügt denn die Feder trotz ihrer in's Extrem getriebenen Vielgliedrigkeit des Baues in vollendeter Weise dem wichtigsten aëromotorischen Erfordernis der Undurchdringlichkeit ihrer Fläche für Luft. Aber diese Eigenschaft besitzen zweifellos in noch höherem Grade die häutigen Flügel der Fledermäuse, Flugfische und Insekten. Es fragt sich daher, warum die Natur bei den vollkommensten aller Flugtiere das Prinzip der glatten und einheitlichen Flughaut verlassen und ein so ausserordentlich vielteiliges, zusammengesetztes Organ geschaffen hat, wie es die Feder ist.

Die mechanische Bedeutung dieser Einrichtung liegt auf der Hand: sie giebt der Flugfläche jederzeit eine vollkommene Elastizität, deren die Flughaut meist erst durch das Ausspannen, d. h. durch Aufwand von Muskelkraft teilhaftig wird. Ein zufälliges Zerreissen der Fläche, das bei der Flughaut so verhängnisvoll sein würde, ist hier ohne jede Bedeutung, da der entstandene Riss immer nur in bestimmter Richtung erfolgt und sich meist automatisch wieder schliesst, und da die einzelne, verletzte oder ganz fehlende Feder ohne merklichen Einfluss auf den Verlauf des Fluges ist. Es kommt hinzu, dass bei der Mauserung normalerweise alle Federn durch neue, tadellos funktionierende ersetzt werden. Von grösster Bedeutung endlich ist die durch die Vielgliedrigkeit der Fahne gewährleistete leichte Verschiebbarkeit der Fiedern jeden Grades unter einander und gegen den Schaft, welche es ermöglicht, dass die gesamte Fläche ohne schädliche Faltenbildung und Zerrung leicht jeder beliebigen Biegung des Federschaftes folgen kann. Die Form der Federfläche, gegen welche der Luftwiderstand gerichtet ist, wird hierdurch in einer für die Wirkung dieses Widerstandes entscheidenden Weise geändert, und wir werden bald sehen, dass die Aenderung eine solche ist, dass in jedem Moment des Flügelschlages die Federfläche die geeignetste, zweckmässigste Form erhält.

4. Wirkung des Flügelschlages.

Bei meinen Studien über die Wirkung des Luftwiderstandes an den Flugflächen der Vögel hat mir ein gewöhnlicher Hühnerflügel wesentliche Dienste geleistet. Derselbe ist zwischen Ober- und Unterarm vom Körper abgetrennt und nach Entfernung der am Unterarm liegenden Muskeln im ausgespannten Zustande getrocknet. Dies geschieht am besten dadurch, dass man den Flügel mit der konvexen Oberseite auf ein Brett legt, den Unterarm durch zwei Stifte auf dem Brett befestigt, und dann vermittelst eines dritten Stiftes die Hand des Flügels so weit nach vorn zieht, als es irgend möglich ist. Der vordere Rand ist dann scharf gestreckt, alle Schwungfedern befinden sich in ihrer natürlichen Lage, und wenn man das Brett nun an einem trockenen Orte einige Zeit aufbewahrt, so lässt sich nachher der getrocknete Flügel herunternehmen und als ein nützliches Hülfsmittel für Flugstudien verwenden.

Denke ich mir, dass dieser Flügel einen Flügelschlag ausführt, dessen Ausschlagswinkel (Amplitude) etwas mehr als 90° beträgt, so legt die Spitze des Flügels auf einem Kreisbogen von etwa 50 cm, mit Heben und Senken einen Weg von 1 m zurück. Wenn nun der Hahn in der Sekunde 6—8 solcher Flügelschläge zustande bringt, so erreicht danach die Flügelspitze eine Geschwindigkeit, die beim Niederschlag mindestens 6—8 m beträgt. Eine solche Geschwindigkeit kann man dem Flügel annähernd erteilen, wenn man ihn mit der Hand kräftig nach unten schlägt, sodass die Unterseite den Widerstand der Luft erfährt.

Wie sehr man sich nun auch zwingt, den Arm und den Flügel genau senkrecht nach unten zu bewegen, der Flügel wird, je kräftiger der Schlag ausgeführt ist, um so mehr in der Richtung nach seinem Vorderrande seitlich ausweichen und man wird, auch wenn man noch so fest beabsichtigt, etwa eine Handbreit neben einer Tischecke vorüberzuschlagen, unfehlbar mit den stark nach vorn vorgebogenen Schwungfedern den Gegenstand berühren.

Das Experiment lässt sich auch mit einer einzelnen grossen Schwungfeder ausführen, da diese ja nach dem Flügelprinzip gebaut ist. Man braucht sie nur mit der Fahnenfläche horizontal zu halten, sodass eher der breite, als der schmale Bart ein wenig tiefer liegt, und dann einen Vertikalschlag auszuführen. Man wird jedesmal wahrnehmen, dass die

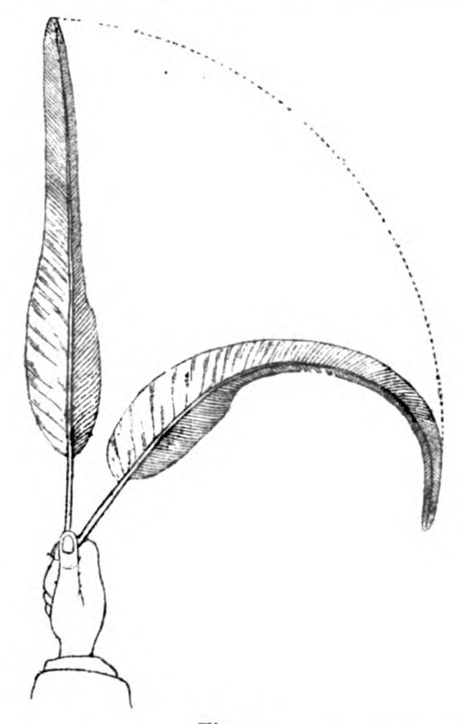


Fig. 7.
Eine Adlerfeder, welche kräftig nach unten geschlagen wird, beschreibt mit der Spitze einen Viertelkreis nach vorne.

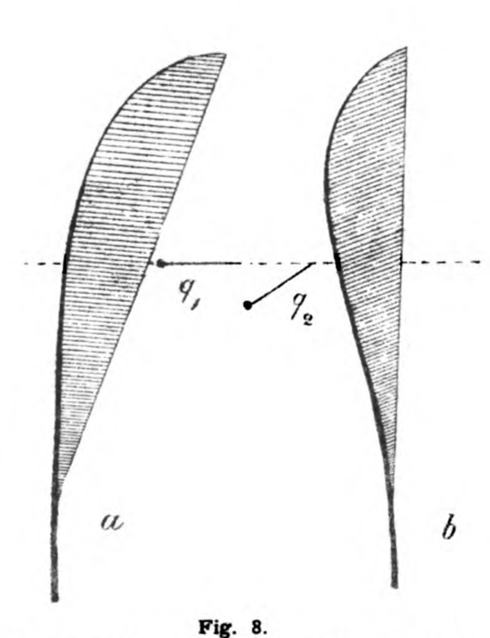


Fig. 8.
Künstlicher Flügel, a in der Ruhe; b während des Flügelschlages, wenn er am Griff festgehalten und an der Vorbewegung im Ganzen verhindert wird. Der Vortrieb des Flügelschlages ist an der Durchbiegung des Schaftes zu erkennen. q_1 und q_2 Querschnitte.

Feder stark nach vorn gebogen wird, wie von unsichtbaren Kräften, die den Schaft nach vorn ziehen, und dass auch die führende Hand während des Schlages dem Zuge folgt.

Um den Grad der Biegung zu erkennen, welchen der Luftwiderstand einer Feder erteilt, lege man auf die Ecke eines Tisches eine berusste Glastafel und schlage mit der Feder in geeignetem Abstande vom Tischrande vertikal nieder. Die Feder streift dann, während sie horizontal ausgleitet, über die Tafel und zeichnet ihre Spur auf der schwarzen Fläche ein. Mit einer 46 cm langen Schwungfeder des Steinadlers (Aquila fulvus) erhielt ich das Bild wie in Fig. 7. Die Feder hatte mit der Spitze einen Viertelkreis beschrieben.

Dass der Niederschlag eines Vogelflügels eine Ablenkung desselben in der Richtung nach dem vorderen Rande zur Folge hat, ist längst bekannt. Nach Marey (vol d. oiseaux, pag. 262), scheint die Beobachtung zuerst vom Herzog von Argyll (L'aéronaute 1868) gemacht worden zu sein.

Zur Demonstration des Vortriebes bedient man sich am besten eines *künstlichen Flügels* (Fig. 8 a.), der sich in hinreichend grossen Dimensionen leicht auf folgende Weise herstellen lässt Man nimmt eine kräftige Heckenrute oder eine Bambusgerte, befestigt an der Spitze einen Bindfaden und spannt damit die Rute zu einer Art Flitzbogen, indem man den Faden am Griff der Rute festbindet. Den so gebildeten Rahmen überklebt man mit Zeug oder Papier, und der Flügel ist fertig.

Versucht man mit dieser Flügelfläche durch die Luft zu schlagen, so gleitet er jedesmal nach der Seite des von der Rute dargestellten Vorderrandes aus, und es ist geradezu unmöglich, den Flügel senkrecht nach unten zu bewegen. Je mehr Kraft man anwendet, um den vertikalen Schlag herauszubekommen, desto mehr wird die Hand und der ganze Arm mit vorwärts gerissen. Verhindert man aber das Vorgleiten durch energischen Gegendruck am Griff, so sieht man die vortreibende Wirkung des Flügelschlages deutlichst an der Biegung des Schaftes (Fig. 8 b).

Marey hat Recht, wenn er sagt, dass nichts überzeugender ist als dieser kleine Versuch, welcher jedem, der ihn wiederholt, die Empfindung von der Wirkung des Luftwiderstandes giebt und die Macht desselben besser als alle Erklärungen verstehen lässt. Dennoch möge hier die einfache mechanische Erklärung dieser überaus wichtigen Erscheinung am Platze sein, die uns zeigt, wie durch den Luftwiderstand am Flügel eine Bewegung nach vorn zu Stande kommt.

Hält man den Flügel mit der Fläche horizontal und führt nun einen Schlag nach unten, so trifft er senkrecht auf die Luft. Diese setzt daher der Bewegung einen Widerstand entgegen, welcher so gleichmässig über die Fläche verteilt ist, dass man als den Angriffspunkt seiner Resultante den Schwerpunkt der Fläche setzen kann. Da nun die Kraft, welche die Bewegung des Flügels bewirkt, vermittelst des Griffes an dem vorderen Rande der unsymmetrischen Fläche angreift, so bildet sie mit dem Luftwiderstande ein Kräftepaar, welches den Flügel unter Torsion des Stieles um den vorderen Rand zu drehen strebt. So kommt der Flügel in eine je nach der Stärke des Schlages und des Drehungsvermögens des Stieles mehr oder weniger geneigte Lage (Fig. 8, q. 2). Der Vorderrand liegt tiefer, als der Hinterrand und die Flügelspitze. In dieser Stellung bewegt sich der

Flügel während des Niederschlages weiter. Der Luftwiderstand wirkt nun nicht mehr senkrecht, sondern schräg nach dem Prinzip des Drachens auf den Flügel, der daher in der Richtung seiner schiefen Fläche, d. h. nach der Seite des geringsten Widerstandes nach unten und nach *vorn* ausgleitet. Die Ursache der Vorwärtsbewegung ist also, um es zu wiederholen, die geneigte, pronierte Stellung des Flügels, und diese wieder ist die Folge der unsymmetrischen Form desselben. Der Druck, den wir ausüben, indem wir mit dem künstlichen Flügel einen Flügelschlag nach unten führen, entspricht genau dem Zuge am Faden des Papierdrachen.

Auch der *natürliche Flügel* besitzt eine solche unsymmetrische Fläche wie der künstliche Flügel sie hat; auch bei ihm greift die Kraft, die den Flügelschlag bewirkt, vermittelst des Arm- und Handskelettes an dem einen, vorderen Rande dieser Fläche an. Wenn daher dieser Flügel aus horizontaler Lage einen vertikalen Flügelschlag ausführt, so kommt auch an ihm in gleicher Weise wie an dem künstlichen Flügel ein Kräftepaar zur Wirkung, welches ihn um seinen Vorderrand in die pronierte Stellung zu drehen strebt. Wenn nun auch die knöchernen Teile des Arm- und Handskelettes, welche der Bambusgerte des künstlichen Flügels entsprechen, in sich ein weit geringeres elastisches Torsionsvermögen besitzen, als jene, und wenn auch durch die oben beschriebene, winkelförmige Anordnung der Armknochen innerhalb der Flugfläche die Lage des Flügels in zweckmässiger und wirksamer Weise festgelegt erscheint, so wird doch einerseits durch die Nachgiebigkeit der Gelenke, andererseits durch die Biegsamkeit des Federmaterials, innerhalb gewisser Grenzen wenigstens eine teilweise Drehung des Flügels um seine Längsachse ermöglicht und sicher gestellt, welche *dem Sinne nach* der Lagenänderung des künstlichen Flügels entspricht.

Nimmt man an, dass die Biegsamkeit der Federn des Fächers im Ganzen dieselbe ist, wie an der Schwinge, und dass auch das Torsionsvermögen innerhalb der einzelnen Gelenke im Wesentlichen das gleiche sei, so hängt der *Grad* der Torsion der Flügelfläche noch von einer Bedingung ab, nämlich von der *Verteilung des Luftwiderstandes am Flügel während des Niederschlages*.

Der Luftwiderstand, welcher auf ein einzelnes Flächenelement des Flügels wirkt, ist um so grösser, je grösser die Geschwindigkeit ist, mit welcher dieses Element auf die Luft trifft. Betrachtet man nun den Flügel als einarmigen Hebel, so sieht man, dass die Geschwindigkeit des einzelnen Flächenstückes um so grösser ist, je weiter dasselbe vom Gelenk entfernt liegt: die Winkelgeschwindigkeit des Flächenelements ist dem Abstande vom Drehungspunkte direkt proportional. Der Widerstand der Luft, welcher im quadratischen Verhältnisse mit der Geschwindigkeit wächst, ist demnach an der Spitze des Flügels bedeutend stärker als an der Basis desselben, am Fächer, und dementsprechend ist also auch *die Torsion des Flügels an der Flügelspitze*, der Schwinge, *am grössten*.

Das Ergebnis stimmt mit der Beobachtung überein. Betrachten wir nämlich einen grösseren Vogel, eine Krähe oder eine Möve, die langsam flügelschlagend in der Höhe unseres Auges gerade auf uns zugeflogen kommt, so sehen wir mit völliger Bestimmtheit, dass beim Niederschlag des Flügels die Schwinge in die vortreibende

Stellung emporgebogen ist, während der Fächer in der gewöhnlichen Lage verharrt, etwa so, wie es Fig. 9 zeigt.

Durch die grössere Winkelgeschwindigkeit der Flügelspitze, der Basis gegenüber, erklärt es sich, dass der Vortrieb der Schwinge grösser ist, als die Hemmung, welche an dem basalen Teile des Flügels erzeugt wird.



Fig. 9.
Beim Niederschlagen des Flügels gerät die Spitze in die vortreibende Stellung.

Zur *Verstärkung des Vortriebes* stehen dem Vogel zwei Mittel zur Verfügung, erstens grösserer Aufwand von Muskelkraft unter Vergrösserung der Flugfläche, zweitens Verkleinern der Flugfläche. Durch kräftiges Ausspannen und Strecken des Flügels, wie es immer beim Abflug geschieht, wird die Fläche der Schwinge entsprechend verbreitert, der Angriffspunkt D des Luftwiderstandes (Fig. 10 a) entfernt sich weiter vom Schultergelenk, aber infolge verstärkter Schlaggeschwindigkeit auch weiter vom vorderen Torsionsrande des Flügels, sodass nun die Muskelkraft nicht nur stärkere Hebung, sondern auch stärkeren Antrieb hervorruft.

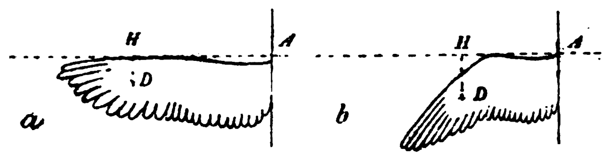


Fig. 10.
Torsionsmomente bei ungleicher Flügelentfaltung. AH Torsionsachse und Hebelarm der Muskelkraft; D Widerstandspunkt der Luft; HD Hebelarm, an welchem der Widerstand die Drehung der Flügelspitze in die vortreibende Stellung bewirkt

Langflügelige Vögel pflegen bei hinreichendem Gegenwinde die Schwinge unter Lockerung des Handgelenkes zurückzunehmen (Fig. 10 b). Der Angriffspunkt D des Widerstandes wird dadurch näher nach dem Körper und weiter von der Torsionsachse verlegt und die Drehung vollzieht sich unter geringerem Kraftverbrauch.

Die vorhandenen Momentphotographien leiden vielfach an dem leicht erklärlichen Mangel, dass sie zu klein sind und die Torsion des Flügels in die vortreibende Lage nicht mit genügender Deutlichkeit erkennen lassen; manche auch, die sich auf das Ende des Fluges beziehen, sind für die vorliegende Frage wertlos, da sie den Vogel kurz vor dem Niedersetzen darstellen, wo er offenbar den Flügelschlag ausführt, um dadurch die Flugbewegung zu *hemmen*. In einer Anzahl von Fällen aber gelingt es doch ohne Schwierigkeit, die Triebflächen an der Flügelspitze deutlichst wahrzunehmen.

Richtung des Flügelschlages. Der Niederschlag des Flügels wird der Hauptsache nach durch den grossen Brustmuskel ausgeführt. Die Fasern dieses Muskels haben keine einheitliche Richtung. Sie wenden sich zwar alle von der Anheftungsstelle ihrer Sehnen am Oberarmknochen ventral gegen die Körpermitte, gehen aber dabei erheblich auseinander, sodass die einen mehr nach vorn, die andern mehr nach hinten (caudal)

am Brustbein angewachsen sind. Sucht man daraus durch Schätzung eine mittlere Faserrichtung zu bestimmen, so findet man nach Marey (vol d. ois. pag. 99) sehr grosse Verschiedenheiten, welche allem Anscheine nach mit der jedem Vogel eignen Art zu fliegen in Beziehung stehen. Im Ganzen kann man nur sagen, dass die Faserrichtung bei den Ruderfliegern mehr schräg nach hinten geht, als bei den Segelvögeln, deren Muskelfasern sich mehr der vertikalen Richtung nähern. s. Fig. 52. Man kann daraus, wie an anderer Stelle geschehn*), sehr wohl den Schluss ziehen, dass die Widerstände, welche jene Muskeln am Flügel zu überwinden haben werden, das eine mal mehr vertikal *hebend*, das andere mal mehr *vortreibend* wirken. Ueber die Richtung aber, in welcher der Flügel auf und ab bewegt wird, geben uns die anatomischen Verhältnisse des grossen Brustmuskels *allein* keinen genügenden Aufschluss, denn hierbei ist die gesamte Muskulatur der Brust und des Flügels mit in Thätigkeit, über welche der Vogel die *willkürliche* Verfügung hat. So erklärt es sich, dass der Flügelschlag nach Intensität und Richtung innerhalb gewisser Grenzen ein anderer ist im Anfang des Fluges, ein anderer beim ruhigen Fortfliegen, ein anderer am Schluss des Fluges.

Im Ganzen herrscht darüber kein Zweifel mehr, dass der Flügelschlag nicht nach Art eines Bootsruders nach hinten gerichtet ist, sondern der Wirkung *der Schwere entgegen nach unten.* Dies zeigt sowohl die direkte Beobachtung grosser fliegender Vögel, wie namentlich die Momentphotographie auf das unzweideutigste. Dabei erfährt der Flügel aber gleichzeitig eine ausgleitende Bewegung nach *vorn,* die sich mit der Bewegung nach unten kombiniert und so zunächst den Eindruck hervorruft, der Flügel werde durch die Thätigkeit der Muskeln unmittelbar nach *unten und vorn* geführt. Es ist möglich, dass die Vorbewegung des Flügels *zu Beginn des Tiefschlages* durch Muskelarbeit geleistet wird, die ja auch das Strecken des bei der Hebung meist im Handgelenk gebeugten Flügels bewirkt. Sicher ist aber auch, wie unten gezeigt werden soll, die *weitere* Vorführung des Flügels *während* des energischen Tiefschlages passiver Natur und die mechanische Folge der Einwirkung des Luftwiderstandes auf den Flügelapparat.

Es ist das grosse Verdienst Marey's, sowohl mit Hülfe der Momentphotographie, wie durch viele andere geistreiche Registriermethoden, den Verlauf des Flügelschlages auf's eingehendste analysiert und dargestellt zu haben. Ich möchte daher dieserhalb ganz besonders auf den hochinteressanten zweiten Teil seines Buches »Vol des oiseaux« und die dort citierten besonderen Abhandlungen dieses genialen Forschers hingewiesen haben. Hier sei nur eins der wichtigsten Resultate Marey's hervorgehoben, dass *der Oberarmknochen sich während des Flügelschlages in der Luft nach unten und vorn bewegt, worauf er sich wieder hebt, nachdem er sich nach hinten zurück bewegt hat.* Die Bahn, welche das seitliche Ende des Oberarms dabei beschreibt, ist annähernd eine Ellipse, deren längere Achse schräg nach vorn und unten geneigt ist. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist am grössten während des Niederschlages, am geringsten während des Zurückgehens und zu Beginn der Hebung des Flügels.

*) Flug der Fische, Programm d. Realgymnasiums d. Joh. Hamburg 1895, Seite 24.

Dabei erfährt die Ebene des Flügels (der Schwinge) eine *Drehung um den vorderen Rand, welche* beim Tiefschlag des Flügels *in demselben Grade zu- und abnimmt, wie* die Geschwindigkeit, und damit auch *der Luftwiderstand, an- und abschwillt.* Das Nähere zeigt die folgende Figur Marey's, welche das elliptische Trajektorium der Flügelspitze eines Bussards darstellt, mit eingezeichneten Stellungen der Flügelebene (Fig. 11). Indem der Flügel nach vorn (rechts) herabgedrückt wird, neigt sich die Ebene soweit, dass der Vorderrand tiefer liegt, als der hintere. Während der Hebung ist es umgekehrt: der Flügel befindet sich dem Winde gegenüber in Drachenstellung. Es ist ohne Weiteres klar, wie während des Tiefschlages an den nach vorn geneigten, pronierten Flügelflächen der Antrieb nach vorn zustande kommt.

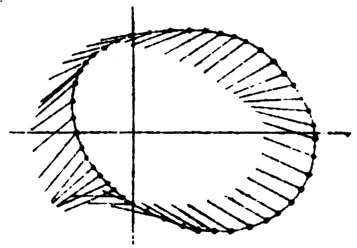


Fig. 11 (nach Marey).
Elliptische Bahn und Stellung der Flügelspitze eines Bussard beim Flügelschlag.

Diese für die Vorwärtsbewegung des fliegenden Vogels so unerlässliche *Drehung des Flügels um seinen Vorderrand ist zu Beginn des Flüges weit stärker als im vollen Fluge oder am Schluss desselben; und diese Verschiedenheiten sind zum Teil die Folgen einer selbstthätigen Regulierung, welche ohne besondere Muskelwirkungen passiv durch die verschiedenen Formen des Luftwiderstandes bewirkt wird.* Nach den näheren Angaben, die oben über die Verteilung des Luftdruckes gegen geneigte Flächen (Avanzini) gemacht wurden, ist der Widerstand um so gleichmässiger über die Fläche verteilt, je mehr der Einfallswinkel der Luftteilchen (oder die Bewegungsrichtung der Fläche gegen die ruhende Luft) sich dem Rechten nähert. Da nun im Anfang des Fluges der Flügel nahezu senkrecht gegen die ruhende Luft bewegt wird, während er später, nach erlangter Fluggeschwindigkeit, mehr tangential, also unter spitzen Winkeln gegen die vorüberströmenden Luftmassen schlägt, so ergiebt sich eine verschiedenartige Verteilung des Luftwiderstandes, und es ist klar, dass der hintere Flügelrand anfangs stärker emporgebogen wird, als es späterhin geschieht, da der Hinterrand jetzt fast ebenso starken Widerstand erfährt, als der festgehaltene Vorderrand, während sich später im Fluge der Druck mehr auf den vordern Flügelrand zusammendrängt.

Natürlich wird der Unterschied in dem Grade der Drehung des Flügels noch grösser, wenn der Vogel, um sich vom Erdboden zu erheben und um eine bequeme Fluggeschwindigkeit zu erlangen, zu Anfang des Fluges seine Flügel schneller und energischer bewegt, als im Vollfluge, oder wenn er am Schluss beim Herabsinken des hinteren Körperteils kräftige Flügelschläge zum Hemmen ausführt.

Unter sonst ganz gleichem Verhalten des Luftwiderstandes hängt bei den verschiedenen Vogelarten *der Grad der Drehung* des Flügels um die Längsachse *sehr wesentlich von der Biegsamkeit und Breite des elastischen Materials ab.* Der schmale weichfedrige Flügel eines grösseren Segelvogels wird leichter in die vortreibend wirkende Stellung gedreht, als der steiffedrige sogenannte Stossflügel eines echten Rudervogels. Daher wirkt auch die Kraft, mit welcher ein lang- und weichflügeliger Segler seinen Flügel herabdrückt, im allgemeinen mehr vorwärtstreibend, während der Flügelschlag eines Ruderers

besser hebend arbeitet. Es liegt hierin jedenfalls einer der Gründe, warum die langflügeligen Raubvögel und Segler der Lüfte sich weniger leicht und schnell vom Erdboden erheben können, als die kurzflügeligen Sperlinge, Tauben, Hühner und andere Vögel, deren Flügelschlag eine sehr starke hebende Komponente ergiebt bei vergleichsweise geringerem vortreibenden Effekt. Die starke Hebung des Flügelschlages ist bei kleinen Vögeln eine Ursache des intermittierenden Rudergleitfluges, rudernd erlangen sie Höhe, gleitend Raum. Jene Segler aber können erst dann ihren Körper bequem in der Luft tragen, wenn sie eine grosse Geschwindigkeit erreicht haben, sodass der relative Gegenwind unter kleinen spitzen Winkeln ihre Flügel trifft. Der Angriffspunkt des Luftwiderstandes liegt dann ganz nahe dem vorderen gewaltig ausgesteiften Flügelrande, die hinteren Flügelränder sind entlastet, die Flügeltorsion ist daher hier mässiger und die tragende Kraft des Flügels nicht zu sehr auf Kosten der vortreibenden verringert.

Es ist biologisch hochinteressant, zu sehen, wie die verschiedenen Formen und Eigenschaften der Vogelflügel bis in die kleinsten Einzelheiten zweckmässig und passend sind für die Lebensgewohnheiten der Vögel, ihren Aufenthaltsort und ihre Art zu fliegen. Sie bieten uns Beispiele von Anpassung, wie sie vollkommener nicht gedacht werden können, und wer die Mühe nicht scheut, sich mit diesen Verhältnissen vertraut zu machen und auf Grund der Gesetze des Luftwiderstandes die mechanische Bedeutung des Flügels und seiner Teile zu prüfen, wird bald in der Lage sein, aus den Eigenschaften des Flügels auf die Flugart und den Aufenthaltsort des Vogels bestimmte Schlüsse zu ziehen, und umgekehrt aus der Erscheinung des Fluges die wesentlichsten Eigenschaften des Flügels vorhersagen zu können.

5. Bedeutung der gewölbten Flächen.

Wenn ein Flüssigkeitsstrom, Wasser oder Luft, *rechtwinklig* gegen eine Fläche trifft, so fliessen die Teilchen über den nächstliegenden Rand ab (Fig. 12a). Der Abfluss wird sich daher im allgemeinen um so leichter vollziehen, je grösser der Umfang und je kleiner der Flächeninhalt ist. Die Gesetzmässigkeit trifft genau zu für die Grenzfälle, die kreisförmige Fläche mit maximalem Inhalt und minimalem Umfang und für die Linie oder Schneide, die eine Fläche von minimalem Inhalt und maximalem Umfang darstellt. Für die Zwischenfälle sind die Verhältnisse nicht genügend experimentell aufgeklärt. Hier liegt ein weites Gebiet für aërodynamische Untersuchungen offen, dessen Erforschung mit der Lösung der Fragen über die Abhängigkeit des Luftdruckes von der Form der Flächen zusammenfällt. *Denn je leichter der Abfluss der Luftteilchen ist, desto leichter entziehen sie sich — sagen wir — ihrer Aufgabe, einen Teil ihrer lebendigen Kraft als Druck auf die Fläche wirken zu lassen, desto geringer also ist ihr Gesammtdruck, der Luftwiderstand.*

Hindert man den Abfluss der Luft dadurch, dass man *auf einer Seite* der Fläche, z. B. vorn, den Rand erhöhet, umbiegt oder sonst mit einer darauf gesetzten *Schranke oder Schneide* versieht, so wird auf der *entgegengesetzten Seite* der Abfluss verstärkt. (Fig. 12, b.)

Die Luftmassen, welche sich, von der Schranke aufgehalten, unter der Fläche zusammendrängen, üben nach allen Seiten einen gleichmässigen Druck aus; und diesem Drucke wird in der Stromrichtung durch die nachdrängenden Luftteile und durch die Festigkeit der Fläche das Gleichgewicht gehalten. In der Querrichtung dagegen, parallel zur Fläche, findet der Druck nur vorn an der Schranke, nicht aber am hinteren Flächen - Rande einen Widerstand, die Luft fliesst daher nach dieser Seite hin ab. Der einseitige Druck geg. die Schranke, der vollkommen dem bekannten Rückstosse d. ausfliessenden Wassers entspricht, muss aber die ganze Platte, falls sie überhaupt frei beweglich ist, in der Richtung des vorderen, verschränkten Randes, also nach vorn fortbewegen. Je vollkommener nun die Luftteilchen nach hinten abgelenkt werden, desto stärker ist natürlich der vortreibende Rückstoss. Denkt man sich durch den hinteren Rand B der horizontal. Platte Fig. 12 c. und den freien Rand C der Schranke eine ebene Fläche gelegt, so erscheint dieselbe mit tiefer liegendem Vorderrande gegen den Horizont geneigt. An einer solchen Fläche entsteht aber gleichfalls ein Antrieb nach vorn, wenn sie, wie die mit Schranke versehene horizontale Platte, in der Luft senkrecht nach unten bewegt wird. Man könnte daher sehr wohl vermuthen, dass die geneigte, pronierte Ebene für die Vorbewegung dieselben Dienste leiste, wie die mit einer Schranke versehene horizontale, oder dass vielleicht sogar die pronierte Ebene für die seitliche Vorbewegung günstiger sei als die geschränkte, da sie vermutlich einen geringeren Stirnwiderstand finde, als die gewölbte Schrankenfläche.

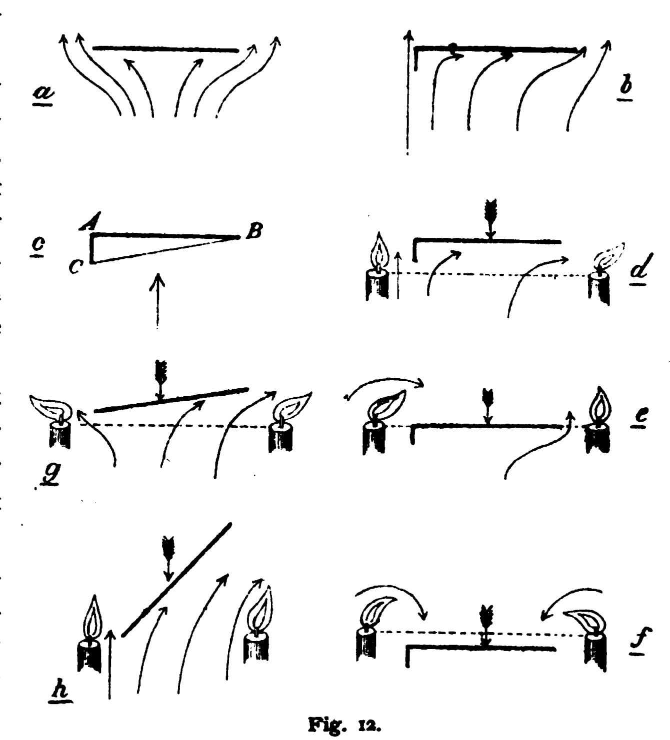


Fig. 12.
Versuche mit ebenen und mit einer Schranke versehenen Platten, um die Wirkung der Schranke auf die Richtung der abfliessenden Luft zu zeigen. Bei d, e, f wird eine geschränkte, bei g und h eine einfache Platte zwischen zwei Kerzen abwärts bewegt. Die seitlichen Ausschläge der Flammen zeigen die Richtung der entweichenden Luft an.

In dieser Frage geben uns einige leicht anzustellenden Versuche sehr bemerkenswerte Aufschlüsse.

Wenn man ein Stück Kartonpapier an einem Längsrande rechtwinklig in eine Schranke umbiegt und es, wie in Fig. 12 d angedeutet, zwischen zwei brennenden Kerzen senkrecht nach unten bewegt, so erfährt nur die eine Flamme einen seitlichen Ausschlag,

während die andere, der Schranke benachbarte in Ruhe verharrt.* Ist die Bewegung unterhalb der Flamme angekommen, so schlagen beide Flammen, die vorher in Ruhe gebliebene zuerst, einwärts in den Raum hinter der Kartonplatte. (Fig. 12 e und f.)

Nimmt man ein Stück Karton ohne Schranke, so sind, wenn dasselbe in horizontaler Stellung nach unten bewegt wird, die Bewegungen der Kerzen symmetrisch, d. h. sie bewegen sich vor der herankommenden Platte nach aussen, um nach dem Vorübergange derselben wieder nach innen umzubiegen.

Dies Verhalten ändert sich nicht wesentlich, wenn die Platte nur wenig geneigt ist, (Fig. 12 g.) und man muss schon eine sehr beträchtliche Neigung — schätzungsweise 50—60° — anwenden, (Fig. 12 h) um die Flammenbewegungen so zu sehen, wie bei der Platte, welche eine Schranke an einem ihrer Ränder besitzt.

Diese Versuche zeigen mit unverkennbarer Deutlichkeit, dass die Schranke eine weit vollkommenere Ablenkung der Luftteilchen gegen den hinteren Flächenrand bewirkt, als die einfache Schrägstellung einer ungeschränkten, ebenen Platte, und es ist danach klar, dass auch der durch die Schranke hervorgerufene Antrieb nach vorn ein grösserer ist, als der durch Schrägstellung bewirkte.

Die Versuche lassen sich auch mit fliessendem Wasser ausführen, dem man nacheinander ebene und mit einer Schranke versehene Platte entgegenhält. An suspendierten oder schwimmenden Fremdkörpern kann man sehr schön sehen, wie namentlich die gewölbte Schranke alles Wasser seitlich unter die Fläche ablenkt, während an einfachen ebenen Flächen erst bei sehr starker Neigung eine völlige Ablenkung nach dem hinteren Rande erfolgt. Die Experimentaluntersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten von Oberst Duchemin**) geben über das Verhalten an ebenen Flächen näheren Aufschluss. Es zeigt sich dabei, dass bei allen nicht sehr kleinen Neigungswinkeln der Fläche ein zunehmend grosser Teil der Flüssigkeit um den vorderen Rand entweicht. Die dadurch bewirkte Aufstauung und Beschleunigung des Wassers am vorderen Plattenrande ist gleichbedeutend mit einem Hindernis der seitlichen, ausgleitenden Vorbewegung der Platte und geht an dem rechtwinklig zur Platte wirkenden Widerstande verloren. — In der Luft sind die Erscheinungen des Abflusses völlig analoge, und dementsprechend sind es auch die Wirkungen.

Alle diese Thatsachen und Deduktionen weisen darauf hin, dass die mit einer Schranke versehenen Flächen für die Erzeugung eines Antriebes in der Richtung nach dem vorderen Flächenrande weit geeigneter sind, als einfache Flächen, welche im Sinne der Geraden BC (Fig. 12 c) schwach geneigt sind. Wollte man also mit ebenen Flächen denselben seitlichen Antrieb erreichen, wie mit Schrankenflächen, so müsste man den

---

*) Die Einwirkung der Schranke auf die Abfluss-Richtung der Luftteilchen unter der Fläche ergiebt sich auch aus einem von Marey mitgeteilten Experiment H. Müller's (Compt. rendus tom. C. p. 1317) bei welchem der einseitig horizontal abfliessende Luftstrom eine aufsteigende Rauchsäule durchbricht und sich dadurch sichtbar macht.

**) Deutsch von Schnuse, Braunschweig 1844.

Neigungswinkel der Ebenen gegen den Wind vergrössern, was nur auf Kosten des Gesamtwiderstandes und seiner tragenden Wirkung geschehen könnte.

Wir werden alsbald sehen, wie sehr diese Ergebnisse durch die Untersuchungen O. Lilienthal's über den Luftwiderstand an gewölbten Flächen bestätigt werden. Vorher bleibt uns noch die Frage zu beantworten, *welche Eigenschaften die Schranke haben muss, um ihren Zweck bei wechselnder Stärke und Richtung des Gegenwindes zu erfüllen.*

Soll an einer senkrecht vom Winde getroffenen Platte die Luft vollkommen einseitig abgelenkt werden, so ist dazu eine bestimmte *Höhe der Schranke* erforderlich. Ist die Schranke niedriger, so erfolgt ein teilweiser Abfluss um den Schrankenrand. Eine Ueberschreitung der nötigen Schrankenhöhe ist überflüssig für die Ablenkung und schädlich für die Seitenbewegung, denn die breite Aussenseite der (rechtwinklig angehefteten) Schranke findet an den schnell vorüberfliessenden Luftteilen einen bedeutenden Stirnwiderstand, welcher hemmend auf die Seitenbewegung einwirkt. Man kann sich denken, dass bei einer gewissen, beträchtlichen Höhe ber Schranke dieser Widerstand hinreichen wird, die seitliche Bewegung der Platte so gut wie völlig aufzuheben. *Die Höhe der Schranke darf also das notwendige Mass nicht überschreiten.*

Welches dieses Mass ist, darüber fehlt es bis jetzt an experimentellen Bestimmungen. Soviel aber lässt sich sagen, dass *sie von der Breite der Fläche abhängig ist.* Eine schmale Fläche erfordert eine geringere Schrankenhöhe, als eine breite. Ferner scheint mir aus den Elastizitätsverhältnissen der Luft hervorzugehen, dass die Luftmasse, welche durch die Schranke an dem Abfluss nach vorne verhindert werden soll, eine um so dünnere Schicht an der Unterseite der Tafel bildet, je grösser die Geschwindigkeit des Gegenwindes ist, denn um so grösser ist ja die Kompression und Abflussgeschwindigkeit. Wenn dies richtig ist, so würde *die Schrankenhöhe mit zunehmender Geschwindigkeit abnehmen können.* Endlich, aber nicht zum wenigsten, *hängt die Schrankenhöhe* ab von *dem Winkel, unter welchem die Luftmassen gegen die Platte treffen.* Je grösser dieser Winkel, desto höher muss auch die Schranke sein. Bei kleinen Winkeln aber, unter denen, wie die obigen Versuche zeigen, ein Herumfliessen der Luft um den vorderen Rand der ebenen Fläche so gut wie garnicht erfolgt, kann auch die Schranke auf ein Minimum reduziert werden oder gänzlich fehlen.

Auch *die Form und Stellung der Schranke ist von dem Neigungswinkel der Fläche gegen die Richtung des Gegenwindes abhängig.* Immer *muss die Schranke* so orientiert sein, dass sie *mit ihrem freien und scharfen Rande genau in der Richtung des Gegenwindes steht* und so nach Art eines Pflugmessers in die Luft einschneidet. Und wie eine Pflugschaar mit ihrer Wölbung den Bodenstreifen, welchen sie fasst, allmählich und ohne Stauchung nach einer Seite herumgleiten lässt, *so muss auch die Schranke mit gleichförmiger Wölbung in die vom Winde getroffene Fläche umbiegen,* wenn sie einen allmählichen und möglichst störungsfreien Abfluss der Luft an der Unterseite gewährleisten soll, bei minimalem Stirnwiderstande. Nehmen wir hinzu, dass aus den angedeuteten Gründen naturgemäss auch der Hauptteil der Fläche die Wölbung fortsetzen muss, welche in dem als Schranke bezeichneten Teile begonnen hat, so führen uns

diese Betrachtungen ohne weiteres auf *einheitlich gewölbte Flächen,* wie sie die Flugorgane der Vögel in so mannigfacher Art enthalten, und deren Bedeutung für die Form und Richtung des Luftwiderstandes und damit für die ganze Flugbewegung aus den obigen Darlegungen erhellt.

Es ist das Verdienst der Gebrüder Lilienthal in Berlin, durch ihre Versuche zuerst die Wirkung des Luftwiderstandes an gewölbten Flächen einer quantitativen Prüfung unterworfen zu haben. Sie bestätigen unzweifelhaft die *Ueberlegenheit der gewölbten Flächen den ebenen gegenüber:* sowohl die vortreibende, wie die hebende Komponente des Luftwiderstandes sind an den gewölbten Flächen grösser, als an den ebenen. Der Unterschied zeigt sich namentlich bei kleineren Winkeln, nach Taf. VII. des Buches von Otto Lilienthal (Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst) erfährt z. B. bei 15^0 Neigung eine ebene Fläche nur $^3/_{10}$ des Widerstandes der normal getroffenen Fläche, während eine cylindrisch gewölbte Platte, deren Wölbung $^1/_{12}$ der Breite beträgt, $^9/_{10}$ des normalen Widerstandes, also dreimal so viel als die ebene Platte erleidet. Die Versuche sind, in der Absicht, möglichst hohe Widerstände zu erreichen, mit Flächen von schmaler, beiderseits zugespitzter Form ausgeführt, welche, wie Lilienthal aus den Konturen der Hauptflugfläche fliegender Vögel schliesst, für diesen Zweck am günstigsten sind.

Es wäre im hohen Masse wünschenswert, dass diese Versuche unter gleichzeitiger Rücksichtnahme auf den Einfluss des Flächenumrisses auf die Grösse des Luftwiderstandes wieder aufgenommen und systematisch durchgeführt würden, wenn auch nicht verschwiegen werden darf, dass für die wissenschaftliche Entwickelung der Theorie des Luftwiderstandes zunächst noch viele Fragen, die sich auf ebene Flächen beziehen, dringend ihrer Lösung harren. Im Prinzip ist ja der Luftwiderstand an gewölbten Flächen kein anderer als an ebenen, da wir die gewölbten als irgendwie im Raume angeordnete Aggregate von kleinen Ebenen vorstellen können. Sobald man also über den Einfluss einer verschiedenen Anordnung der Flächenelemente in *der Ebene,* d. h. über den Einfluss des Flächenumrisses auf den Luftwiderstand, genügend orientirt ist, wird man dazu übergehen müssen, die *räumlich* verschiedenen Anordnungen in ihrer Wirkung der Luft gegenüber zu prüfen, und zuzusehen, welche Beziehungen zwischen dieser Wirkung und den mathematischen Elementen der Anordnung bestehen.

Stehen nun auch die Lilienthal'schen Versuche einstweilen noch isoliert da, so haben sie doch für die Beurteilung der Wölbungen des Vogelflügels eine unschätzbare Bedeutung, denn sie enthalten gleichsam die *quantitativen Beweise* für die Wirkungen der Schranke, die sich aus den vorher mitgeteilten Versuchen nur ihrer Qualität nach ergeben hatten. Der vordere Rand der gewölbten Fläche, welcher wie ein Messer in der Richtung des Gegenwindes die Luft durchschneidet, ist ja nichts anderes, als die vollkommene Form einer Schranke, wie sie sich auch aus unseren theoretischen Betrachtungen ergeben hat.

Dass die Flügel der Vögel keine ebenen, sondern gewölbte Flächen bilden, ist seit langer Zeit bekannt. Man glaubte die Wölbung als eine Einrichtung auffassen zu sollen, dazu bestimmt, beim Rückschlag des Flügels den Abfluss der Luft zu erleichtern und beim Niederschlag zu erschweren, also den schädlichen Widerstand zu verringern, den nützlichen

zu steigern. Gleichzeitig werde zu diesem Zweck beim Rückschlag die Wölbung verstärkt und die Fläche gleichsam verkleinert, während beim Tiefschlag die Wölbung mehr ausgeebnet, die Widerstandsfläche also vergrössert werde.

Der Erste, welcher die Gestalt und Wölbung der Flügel eingehend gewürdigt hat, war Prechtl. Er bezeichnet bereits den ganzen vorderen Flügelrand — also die dreieckige *Flughaut* zwischen Ober- und Unterarm, den *Lenkfittich*, welcher sich über die Mittelhand und das erste Glied des grossen Fingers vorwärts hinausschiebt, ferner die »*Lenkfeder*« und die *nächstvorderen Schwungfedern — als Schranke* und hebt hervor, dass an diesen Gebilden, soweit sie nach vorn geneigte, pronierte Flächen darstellen, die Vorwärtsbewegung des fliegenden Vogels ihren Antrieb erfährt. Er ist es auch, der in den grossen auseinandergespreizten »Ruderfedern« der Adler, Bussarde und Krähen Organe erblickt, welche durch den Luftwiderstand um ihre Längsachse gedreht werden, und so als schräge, vortreibende Flächen die Wirkung jener Schranke steigern.

Die grossen Fortschritte in der Erkenntnis, welche durch diese auf sorgfältigstem Studium beruhende Auffassung gegen die ältere gewonnen sind, brauchen nicht hervorgehoben zu werden. Aber immer noch ist die Schranke nichts weiter als eine Summe von pronierten Flächen und die Frage bleibt unbeantwortet, warum der ganze Flügel nicht eben sei, da er dann doch völlig nach Bedarf bald vortreibend, bald hemmend benutzt werden könne.

Nach dem, was oben über die mechanisch zweckmässigste Form der Schranke gesagt wurde, muss der vordere Rand der gewölbten Flügelfläche so gestellt sein, dass er, einer Schneide gleich, beim Fluge in der Richtung des relativen Gegenwindes vordringt, und er muss um so stärker herabgezogen sein, je grösser die Winkel sind, unter denen der Gegenwind auf die Fläche trifft. Anders ausgedrückt lautet dieser Satz: *Die Wölbungen am Vogelflügel sind um so stärker, je grösser die Einfallswinkel des Gegenwindes sind.*

Die folgenden Ausführungen werden zeigen, dass dieser Satz nicht nur für die verschiedenartigen Flügel der Segler und Rudervögel Gültigkeit hat, sondern dass er auch für die einzelnen Abschnitte jedes Flügels — Fächer, Schwinge und einzelnstehende Schwungfedern — richtig ist, und dass er selbst dann noch zu Recht besteht, wenn während des Fluges durch energischen Flügelschlag erhebliche vorübergehende Aenderungen der Einfallswinkel erfolgen. Zugleich werden die verschiedenen Flügelformen (Umrisse) ihre Erklärung finden.

6. Formen des Vogelflügels.

Die langflügeligen, nach dem *Albatros-Typus* (Fig. 13) gebauten Möven, Sturmvögel und echten Segler besitzen alle nur sehr schwach gewölbte, nahezu ebene, schmale Flügel, die an der Spitze nicht in einzeln stehende Schwungfedern auslaufen. Je deutlicher dieser Flügelcharakter bei einem Vogel auftritt, desto kleiner sind auch die Einfallswinkel des Gegenwindes, für welche die Flügel geeignet sind. Darum kann der Albatros nur dann fliegen, wenn er von Anfang an einen hinreichend starken Wind gegen sich hat, denn nur dann kann er die für seine platten Flügel passenden kleinen Neigungswinkel

ausnutzen, die grosse Länge und die auffallend geringe Breite seiner Flügel ist das Korrelat der geringen Wölbung und erklärt sich ohne Weiteres aus dem eingangs (S. 11) mitgeteilten Gesetz, dass bei kleinen Neigungswinkeln der Luftwiderstand um so grösser ist, je länger der Vorderrand der getroffenen Fläche ist. Ein kürzerer Flügel würde daher bei dieser Flugart den Vogel nicht tragen können, und da die geringe Breite und Wölbung des Flügels für grössere Einfallswinkel nicht geeignet ist, so würde es dem Vogel auch nichts nützen, wenn er Muskelkraft genug besässe, um durch schnelleren Ruderschlag des Flügels den Stosswinkel des relativen Gegenwindes zu vergrössern. Dies würde nur dann Erfolg haben, wenn der Vogel gleichzeitig die Breite und Wölbung seiner Flügel auf Kosten der Länge willkürlich oder selbstthätig beim Flügelschlag vergrössern könnte.

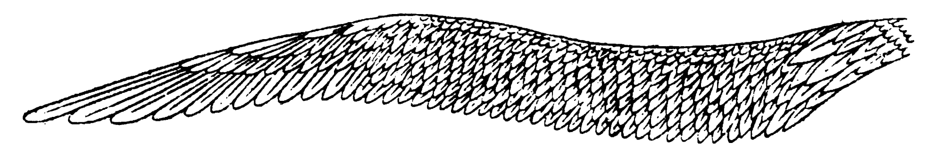


Fig. 13.
Linker Flügel eines Albatros nach Pettigrew. Länge über 6 Fuss engl. = 1.83 m.

Wo wir also immer lange, schmale und nahezu ebene Flügel vorfinden*), zeigen sie uns, dass der betreffende Vogel zum Abflug, d. h. zum Rudern mit grossen Stosswinkeln weniger geeignet ist, dass er aber ein guter Segler ist und als solcher starke Flugwinde, seien diese nun durch grosse Geschwindigkeit des Vogels oder durch herrschende Winde erzeugt, mit kleinen Neigungswinkeln der Flugflächen ausnutzen kann. Die ebene, schmale, riemenförmige Gestalt bietet dabei den weiteren Vorteil, dass die Flügel leicht und sicher gelenkt und gestellt werden können, wie die schmalen Riemen eines Racebootes. Bei starkem Flugwinde bietet ein gewölbter Flügel dem Luftwiderstande sehr

---

*) Auch die Flossen der Fische und anderer Schwimmtiere folgen den Gesetzen des Flügels, soweit sie nach dem Typus des Vogelflügels mit starkem, die Bewegung leitenden Vorderrande gebaut sind. Alle tief gegabelten Schwanzflossen, alle schmalen bis säbelförmigen Brust- und Bauchflossen, wie sie sich namentlich bei den Makrelen, Thunfischen, vielen Haien u. a finden, sind für die grosse Geschwindigkeit eingerichtet, mit welcher diese Tiere das Wasser durchschneiden. Die kleinen Abmessungen der Flossen im Vergleich mit den Flügeln erklären sich dadurch, dass der Widerstand des Wassers an sich grösser ist, als der der Luft.

In der Schifffahrt weiss man längst aus Erfahrung, dass die schmalen und langen Vorsegel, welche vom Klüver zum Fockmast ziehen, für das Segeln am Winde — als Amwindsegel — vorzügliche Dienste leisten. und dass sie gestatten, »härter an den Wind zu gehen«, d. h. mit Erfolg kleine Neigungswinkel anzuwenden. Diesen Vorteil gewähren auch die schmalsegeligen Lateinerboote, die schmal dreieckigen Houari-Segel, sowie die hohen dänischen Spreitsegel mit aufgesetztem Topdreikanter. Alle sind gute Kreuzer, während breitsegelige Schiffe besser bei grossen Neigungswinkeln mit halbem Winde oder vor dem Winde laufen.

Würde man ein Raasegel nach Art einer Jalousie in schmale straffe Streifen zerlegen, die durch eine gemeinsame, einheitliche Zugvorrichtung unter beliebigen, kleinen Winkeln an den Wind gebracht werden könnten, so würde man darin eine für das Segeln am Winde sehr geeignete Einrichtung haben, die auch sonst mancherlei praktische Vorteile böte. Bei grösseren Neigungswinkeln könnte die Jalousie geschlossen, und das Segel als Ganzes verwendet werden. Man hätte dann beim Aufkreuzen den Vorteil grosser Segellänge, und vor dem Winde doch auch das ganze Areal als breite, geschlossene Fläche.

leicht auch dann noch eine zu grosse Angriffsfläche, wenn schon die Schranke genau in den Wind einschneidet, und dies ist um so gefährlicher, als mit der stärkeren Wölbung immer auch eine grössere Breite verbunden ist. An solchen Flügeln können böige Winde, die fortwährend ihre Richtung und Intensität (Lilienthal, Langley) ändern, leicht allerlei schädliche Drehungen und unregelmässige, flatternde Bewegungen hervorrufen, die den Flug schliesslich unmöglich machen. Vögel mit solchen Flügeln, versuchen daher stets bei starkem Winde die Richtung des Flugwindes durch energischen Flügelschlag so gut es geht einigermassen konstant zu halten, oder hören auf zu fliegen, falls dies nicht mehr angeht. Der Albatross aber kann seine armförmigen Schwingen auch im stärksten Sturme ohne einen Flügelschlag regieren, wenn alle anderen Vögel mit breiten und stärker gewölbten Flügeln längst ihre Segel gestrichen haben.

Der Albatros bedient sich nur selten eines langsamen Flügelschlages, stundenlang kann er sich bei bewegter Luft fast ohne jede sichtbare Flügelbewegung segelnd in den Lüften halten und weite Strecken zurücklegen. Da er mit grosser Geschwindigkeit fliegt, so kann der langsame Flügelschlag im allgemeinen auch keine bedeutende Vergrösserung des Einfallwinkels der Luft veranlassen. Ist, wie in Fig. 14 A dargestellt, a die Fluggeschwindigkeit und b die Geschwindigkeit des Flügelschlages, so ergiebt sich aus beiden ein Flugwind c, der nur wenig von der Richtung a abweicht.

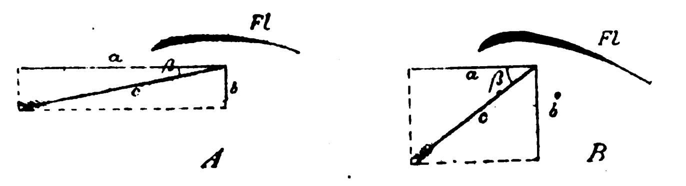


Fig. 14.
Schematische Darstellung der verschiedenen Einfallswinkel β des Flugwindes c, wenn a der Gegenwind ist, den der Vogel empfindet, und b die Geschwindigkeit des Flügelschlages bedeutet, Fl. Flügel: A eines plattflügeligen, langsam rudernden Seglers, B. eines hohlflügeligen Rudervogels.

Die *kürzeren, breiteren* und *mehr gewölbten* Formen der nun zu betrachtenden *Flügeltypen* sind schon ihrer Kürze wegen handlicher und mehr für den Ruderschlag geeignet. Bei ihnen kann daher mit wachsender Schlaggeschwindigkeit b (Fig. 14 B) auch der Stosswinkel der Luft mehr und mehr vergrössert werden. Dies ist namentlich im Anfang des Fluges der Fall, wenn der Flügel bei ruhiger Luft erst in einer weit ausschlagenden Ruderbewegung (nach unten) den erforderlichen Widerstand findet. Besonders aber gilt es für die Flügelspitze, die Schwinge, die von allen Teilen des Flügels die grösste Schlaggeschwindigkeit erreicht und demnach auch von der Luft unter den grössten Einfallswinkeln getroffen wird. Es ist daher auch an keinem Teile des Flügels das Bedürfnis nach einer das schädliche Zurückstauen und Herumfliessen der Luft um den Vorderrand verhindernden Schranke so gross, wie gerade an der Schwinge. Die Beobachtung zeigt in der That, dass die Schwinge von allen Flügelteilen die vollkommensten Einrichtungen hat, die diesen Zweck erfüllen.

Zum Studium dieser Einrichtungen eignet sich am besten der *Flügel der Hühner* (Fig. 15), denn diese Tiere haben, soweit die später mitzuteilenden Beobachtungen reichen, von allen grösseren Vögeln den schnellsten Flügelschlag und die breitesten Flügel; bei ihnen muss also die Schranke am deutlichsten zu erkennen sein. Der Befund bestätigt und übertrifft diese Erwartung.

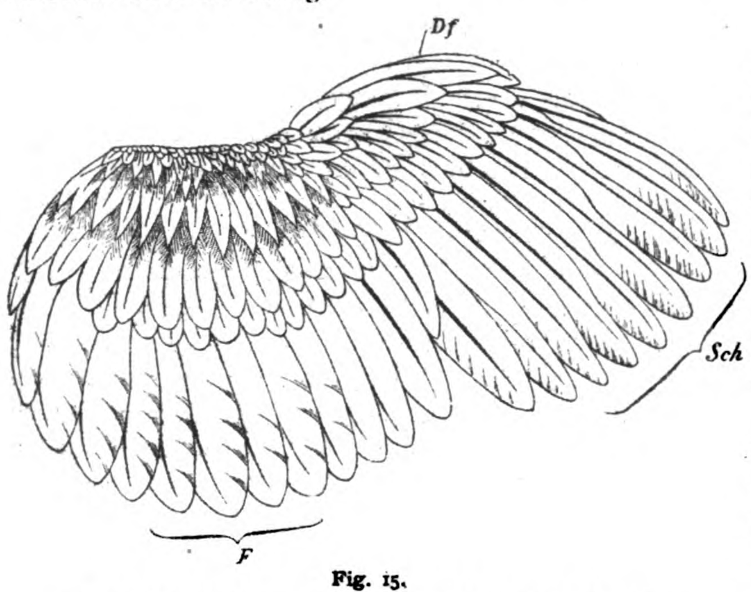


Fig. 15.
Rechter Flügel vom Haushahn. Sch. Schwinge; F. Fächer; Df. Daumenflügel.

Zunächst fällt auf, dass die Schwungfedern erster Ordnung, die zusammen die Schwinge bilden, stärker gekrümmt sind, als die Armschwingen. Die Schwinge erhält dadurch eine flache Schalenform, die sich nach innen zu in die flachere Wölbung des Fächers fortsetzt. Der vordere oder Schrankenrand der Schwinge ist am stärksten gewölbt und tritt am weitesten nach unten vor, was dadurch bewirkt wird, dass die zwei bis drei ersten Schwungfedern mit ihren Bärten lose aufeinanderliegen, so dass sie sich beim Gebrauch gegenseitig stützen können. Sie bilden so eine steife Fortsetzung des durch die Mittelfingerknochen gefestigten und gleichfalls nach unten hervorschauenden Handrandes, wie es schon Prechtl beschrieb. (Flug der Vögel, Wien 1846. § 182.)

Dazu kommt endlich der sogen. *Lenkfittich* oder *Daumenflügel,* der nichts anderes ist, als eine verstellbare, bewegliche Schranke, die der Vogel nach Bedarf noch über den Vorderrand der Hand hinaus nach unten vorziehen kann. Dieses wichtigste Organ des ganzen Schrankensystems reicht von der Handwurzel bis etwa zum Ende des ersten Drittels der Handschwingen, oder bis zu der Stelle, wo die ersten Schwungfedern die Verschmälerung ihrer Vorderbärte haben und wo, wie wir sehen werden, beim starken Niederschlag die geschlossene Fläche des Flügels aufhört. Die kleinen Federn des Daumenflügels sind die kräftigsten und steifsten des ganzen Gefieders; sie sind scharf konturiert

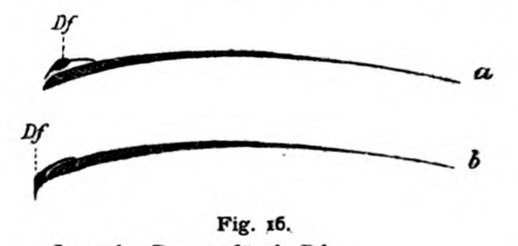


Fig. 16.
Lage des Daumenflügels Df.
a. bei geringem Flügelausschlag, nach erlangter mittlerer Fluggeschwindigkeit.
b. bei starkem Flügelschlag, zu Beginn des Fluges.

und mit ihren Flächen fest auf einander gepresst. Der vordere Rand dieses kleinen Fittichs besitzt in dem stark nach unten gewölbten Vorderbarte der ersten Feder das Hauptmerkmal der Schranke deutlicher, als irgend ein anderer Flügelteil.

Je heftiger nun der ganze Flügel herabgeschlagen wird, desto stärker wird auch der Daumenfittich über den vorderen Rand der Hand hinausgespreizt und heruntergedrückt, so dass er, immer genau in die Richtung des Gegenwindes einschneidend, die Bewegung des Flügelschlages mitmacht und so das Ausweichen der Luft um den Vorderrand des Flügels verhindern kann Wird dagegen mit der Zunahme der Fluggeschwindigkeit der Ausschlag des Flügels kleiner, und also auch der Winkel, unter dem die Luft von vorn unter den Flügel trifft, so tritt auch der Daumenfittich mehr und mehr in seine gewöhnliche Lage über der Hand zurück, da nun die übrigen Vorrichtungen der Schranke dem Bedürfnis genügen. (vergl. Fig. 16 a, b.)

Wenn so während des Flügelschlages die Thätigkeit des Daumenfittichs sich genau nach der Thätigkeit des ganzen Flügels und nach dem Kontraktionszustande des grossen Brustmuskels zu richten hat, so ist nicht abzusehen, wie der Vogel gleichzeitig dies Organ noch zu einem anderen Zwecke, nämlich zur seitlichen Ablenkung seiner Flugbahn selbständig verwenden könne, zumal er dies in viel wirksamerer Weise durch Drehung des Kopfes und des Schwanzes und ganz besonders durch einseitig stärkeren Flügelschlag ausführen kann. Wenn man bedenkt, wie gross die Arbeit sein muss, die im vollen Fluge geradlinig sich fortbewegende Masse des Vogels einseitig abzulenken, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass hierzu der kleine, nur mit geringer Muskelmenge ausgestattete Daumenflügel nicht geeignet sein kann, vollends, wenn er schon als verstellbare Schranke fungirt. Endlich finden sich die vollkommensten »Lenkflügel« gerade bei kurzflügeligen, schnellflatternden und ungeschickten Fliegern, während die Segler, welche die Richtung ihres Fluges unausgesetzt verändern, also die geschicktesten Lenker, vielfach nur rudimentäre, funktionsunfähige Daumenflügel besitzen.

Wir finden also für die bereits im 13. Jahrh. von Kaiser Friedrich II. (De arte venandi) vertretene Meinung, dass der Daumenflügel ein wichtiges Organ zur Ausführung seitlicher Wendungen sei, keine Stütze. Die Hülfe, die der Daumenfittich bei der Wendung leistet, kann nur eine durchaus untergeordnete und indirekte sein, die darin besteht, dass bei dem einseitigen, stärkeren Flügelschlage, welcher die Wendung veranlasst, auch der Daumenfittich stärker herabgedrückt wird, wie es immer geschieht, wenn der Flügelschlag verstärkt wird, auch beim geradlinigen Fluge. Daher können wir auch die Bezeichnung des Daumenflügels als *»Lenkfittich«* nicht als zu Recht bestehend anerkennen; und wenn man dieses Organ des Flügelmechanismus nach seiner Funktion bezeichnen will, so dürfte dafür der Name *Schränkfittich, Schrankenfittich* oder *Stellschranke* fortan der passendste sein.

Mit der Besprechung dieses merkwürdigen Flügelteils ist aber die Darstellung der am Flügel und im besondern an der Schwinge des Hühnerflügels vorhandenen Schrankeneinrichtungen noch keineswegs erschöpft. Die Frage warum wohl die Stellschranke nur soweit an dem Vorderrande der Schwinge hinaufreiche, als von der Spitze her die Ver-

schmälerungen der vorderen Federbärte hinabreichen, führte mich zu der überraschenden Beobachtung, dass *jede einzelne der verschmälerten Schwungfedern gleichfalls eine in vollkommenster Weise selbstthätig verstellbare Schranke besitzt.* Für gewöhnlich zwar, an dem ruhenden Flügel — und das ist der Grund, warum man diesen schönen Mechanismus meines Wissens seither übersehen hat, — zeigen die Federn hiervon wenig oder gar nichts, ja, bei den ersten Federn sind die Vorderbärte wider Erwarten glatt und eben, sodass sie eine scharf nach vorn, nach dem Flügelrande gerichtete Schneide bilden. *Sobald man aber der Feder die Streckung und Biegung oder die Spannung erteilt, die sie während des Flügelschlages durch die Einwirkung des Luftwiderstandes erfährt, d. h. sobald man sie nach oben und vorn empor krümmt, erhält auch der Vorderbart eine nach unten offene Wölbung, deren Tiefe aufs genaueste mit dem Grade der Spannung zu- und abnimmt.* (Fig. 17)

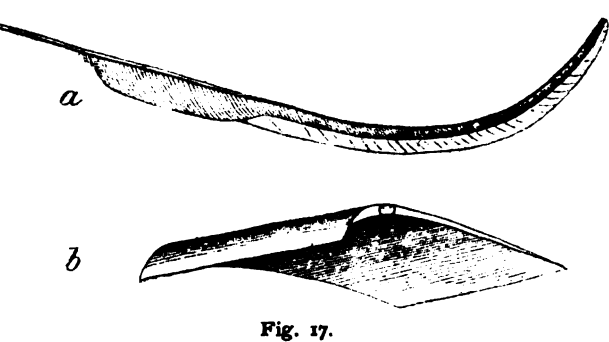


Fig. 17.
a. Stark gespannte Schwungfeder vom Huhn. (1/4 natürl. Grösse.)
b. Ein quer abgeschnittenes Stück derselben stärker vergrössert.

Wenn also zu Anfang des Fluges der Vogel mit grossem Kraftaufwande schnell aufeinander folgende Flügelschläge vor grosser Amplitude ausführt, und daher der relative Wind senkrecht auf die Flügel trifft, so werden die Federn der Schwinge durch d. starken Widerstand, den sie in der Luft finden, kräftig nach oben und vorn gebogen und es entsteht, dem Grade dieser Biegung entsprechend, die Wölbung der Vorderbärte, deren freie Schneidenränder jetzt senkrecht nach unten in den Wind gerichtet sind.

Mit der Zunahme der Fluggeschwindigkeit steigert sich von selbst auch jedesmal die Grösse des Luftwiderstandes, der Vogel braucht ihn also nicht durch besonderen Kraftaufwand und tiefen Flügelschlag (wie im Anfang) zu erhöhen. Die Schwinge hat nicht mehr allein die Hauptarbeit, alle Flächen, auch der Fächer etc. tragen gleichmässiger, der Wind trifft mit genügender Stärke auch unter kleinen Winkeln gegen die Flugflächen, die Schwinge wird entlastet, die einzelnen Federn weniger durchgebogen, die Wölbungen ihrer Schranke gleichen sich aus, die Schneidenränder wenden sich nach vorn, immer genau in die Richtung des Gegenwindes. Jede beliebige Schwungfeder eines Huhnes oder eines Raubvogels zeigt diesen wunderbaren Mechanismus, der in seiner Einrichtung und Wirkung nicht vollkommener gedacht werden kann. Der senkrecht auf den Flügel treffende Gegenwind, welcher mit seinem grossen Widerstande den Nachteil verbindet, dass die Luft leicht über den Vorderrand der Flugfläche abfliesst und dadurch eine der Fortbewegung des Vogels schädliche Hemmung erzeugt, — dieser Gegenwind ruft selber an dem Mechanismus der unsymmetrischen Feder automatisch die Gestaltung einer Schranke hervor, durch welche die schädliche Nebenwirkung der grossen Neigungswinkel beseitigt, und der gesamte Luftwiderstand, den der Flügelschlag an der Schwungfeder er-

zeugt, in nützlicher Weise zum Heben und Vorwärtsschieben des Vogels verwendet wird. Durch den Schrankenmechanismus der Feder wird also eine der Flugbewegung unbedingt schädliche Kraft so geleitet und gewendet, dass sie aus einem Feinde zu der wirksamste Hülfskraft des Fluges wird.

Die Wölbung des vorderen Federbartes zur Schranke kommt dadurch zu stande, dass mit der (durch den Luftwiderstand bewirkten) Krümmung des Federschaftes eine Torsion desselben um die Längsachse verbunden ist. Die Ansatzlinien der Fiederlamellen, die an der nicht gespannten Feder parallel sind und an den Seitenflächen quer nach unten laufen, werden dadurch in windschiefe Lage gebracht. Die proximalen Fiederlamellen würden sich daher *unter* die benachbarten distalen schieben, wenn sie nicht durch die Verankerung der Fiederchen (II. Ord.) daran verhindert würden, welche nur ein minimales Längsgleiten und ein dichteres Aneinanderlegen der Fiedern gestatten. So bleibt in den Fliederlamellen eine Tendenz zurück, nach der Unterseite der Feder auszuweichen. Je biegsamer die Fiederlamellen gegen ihr freies Ende hin werden, desto deutlicher findet diese Tendenz oder Spannung ihren Ausdruck in der stärkeren Krümmung des vorderen Federbartes. Von Wichtigkeit ist jene mit dem Längsgleiten verbundene *dichtere Annähernng der Fiederlamellen,* denn wenn diese dadurch auf einen kleineren Raum zusammengedrängt werden, so *steigert* sich die *Starrheit* und *Widerstandsfähigkeit des umgebogenen Vorderrandes.*

Auch der hintere Federbart erleidet mit der Krümmung des Federschaftes eine Aenderung seiner Gestalt und Lage. Wie am Vorderbart die Fiedern dichter zusammengeschoben, die Fläche also verkleinert wird, so findet am Hinterbart eine Flächenvergrösserung statt; aber diese wird nicht so sehr durch Auseinanderzerren der Fiedern, als vielmehr durch Ausgleichen und Glätten der am hinteren Federrande deutlich zu sehenden Wellung des Federbartes erzielt. Zugleich neigt sich die nun glatte und straffe, nahezu ebene Fläche mit ihrem Hinterrande nach unten, so dass dieser jetzt tiefer liegt, als die Schneide der Schranke. Die Wölbung der Feder wird also vor wie hinter dem Federschaft vertieft und die Breite der Feder damit etwas verringert.

Wäre nun der Schaft nicht so vollkommen biegsam und elastisch, so würde bei der tiefen Lage des Hinterrandes der Feder, der senkrecht von unten auftreffende Gegenwind trotz der Schranke keinen Antrieb nach vorn hervorrufen können. Nun aber erfahren die beiden Bärte der unsymmetrischen Feder einen ihrer ungleichen Breite entsprechenden sehr verschiedenen Widerstand. So leicht die Schneide beim Flügelschlag nach unten vordringt, so schwer folgt die Breitseite des tragenden Hinterbartes; und eine mit dem Luftwiderstande zunehmende Drehung der ganzen Feder um den Schaft als Achse ist die notwendige Folge des unsymmetrischen Verhältnisses der Bärte. Aber der Schaft ist keine frei bewegliche Achse, wie die eines Rades. Er ist an seiner Wurzel vermittelst des Kieles in ein wenig nachgiebiges, straffes, elastisches Bindegewebe fest eingefügt, und erst in dem Masse, wie sein Querschnitt nach der Spitze zu kleiner und kleiner wird, folgt er leichter und leichter den drehenden Kräften des in gleicher Weise mächtiger werdenden Luftwiderstandes.

So entstehen erst während des kräftigen vertikalen Flügelschlages an den stark gewölbten Schwingen des Hühnerflügels die nach vorn geneigten und *vortreibenden Flächen* im wesentlichen nach demselben Prinzip, wie an dem künstlichen Flügel; nur dass hier durch das Vorhandensein einer Schranke alle schädlichen Nebenwirkungen vermieden, der Luftwiderstand in der denkbar vollkommensten Weise ausgenutzt wird.

Diese Erklärung des Mechanismus der Schwungfedern bestätigt nun auch die oben (S. 18) ausgesprochene Annahme über die Bedeutung der Verschmälerung der Federfahne. Durch die Verschmälerung wird die Aufwärtsbewegung des hinteren Federrandes vor dem übergreifenden Vorderbart der nächsten Feder derart sicher gestellt, dass sie ohne gegenseitige Reibung erfolgt. Sobald der Luftwiderstand die erforderliche Grösse erreicht hat, werden bei dem Typus des Hühnerflügels die einzelnen Schwingen vorübergehend von einander getrennt, so dass sie als einzelne Flächen frei dem Luftdrucke ausgesetzt sind und wie ebenso viele kleine, schmale Flügel wirken können. (Fig. 18.)

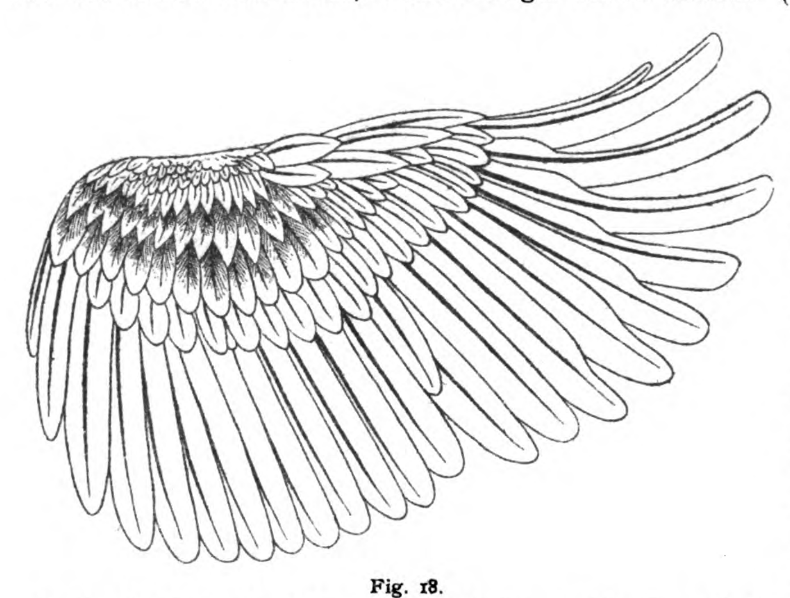


Fig. 18.
Rechter Flügel vom *Haushahn*. Die Handschwingen weichen in maximaler Spannung bei starkem Flügelschlage fingerartig auseinander.
(1:4 der natürl. Grösse.)

Fände diese Spaltung der Flügelspitze in die einzelnen Schwungfedern nicht statt, so würde an der geschlossenen Fläche des Flügels nicht die vortreibende Wirkung zu stande kommen können, welche der Flug zumal im Anfang erfordert; denn es müsste sonst der ganze Flügel zu ungunsten der tragenden Wirkung eine Drehung um den Vorderrand erfahren, welche die kurze und breite Flügelform nicht zulässt. An einem langen und schmalen Flügel vom Albatrostypus reicht der Torsionsausschlag des bewegten Flügels völlig aus, um einen genügend grossen Teil der Flügelspitze in toto in pronierte Lage zu bringen; hier aber musste für alle Fälle eine besondere Einrichtung geschaffen werden, um die fehlende Länge und Torsionsgrösse durch Zerschneiden der Flügelspitze in einzelne, hintereinander liegende, leichter drehbare Längsstreifen zu ersetzen.

Nun ist zwar nach den Luftwiderstandsgesetzen die schmale Form der isolierten Federenden für grosse Neigungswinkel nicht besonders günstig, aber der Uebelstand wird durch das gleichzeitige Entstehen einer wirksamen Schranke, sowie durch stärkere Wölbung der ganzen Federfläche behoben, die sich dann förmlich in die vorüberströmende Luft

hineinklauet oder -hakt. Daneben bleibt immer nach erlangter Fluggeschwindigkeit der gewölbte Flügel für mittlere Neigungswinkel mit geringerer Schlagfrequenz als geschlossene Fläche verwendbar. Nur für kleine Neigungswinkel, wie sie bei schnellfliegenden Vögeln in Anwendung kommen, ist der Hühnerflügel seiner Gestalt und Wölbung nach nicht eingerichtet, denn hierzu sind, wie wir sehen, lange und schmale, *flache* Flächen erforderlich, die sich leicht und sicher wie Schwertklingen einstellen lassen; daher ist den Vögeln vom Hühnertypus ein schneller Flug mit starkem relativen Gegenwinde unmöglich.

Die trennbaren Schwungfedern habe ich in sehr verschiedenem Grade der Trennbarkeit bei Hühnern, Trappen, Papageien, Schwimmvögeln u. a. gefunden. Bei einem Haushahn waren die ersten 8 oder 9 Federn 11 bis 5 cm tief von der Flügelspitze her eingeschnitten und von einander zu trennen; bei einer Ente dagegen war die Verschmälerung der Spitzen nur noch an den beiden ersten Schwungfedern angedeutet (Fig. 19).

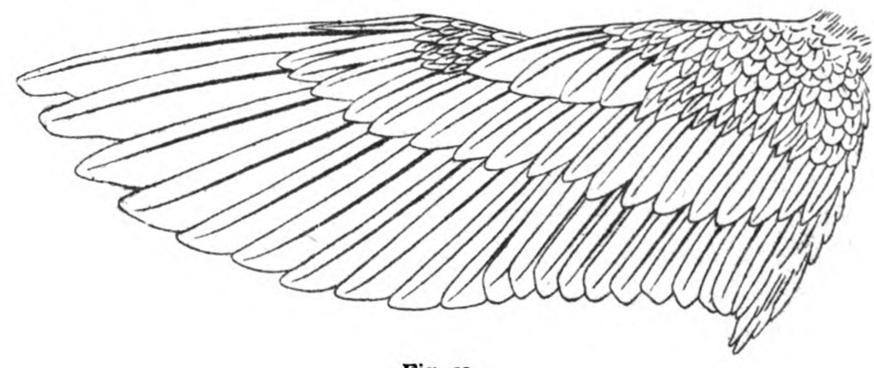


Fig. 19.
Linker Flügel einer Ente.

Der Entenflügel ist im ganzen länger und schmäler als der runde Hühnerflügel*) und schliesst sich auch in dieser Beziehung an die später zu betrachtenden Flügel mit ungeteilter Spitze an.

Sollten die langen, schmalen Schwungfederenden des Huhnes auch für kleine Neigungswinkel dienen, so müsste die Jalousieeinrichtung etwas anders sein, als beim Hühnerflügel, nämlich so, dass zum Auseinanderspalten der einzelnen Federn nicht so grosse Neigungswinkel und Widerstände nötig wären. Diesem Bedürfnis entspricht nun der Flügel vom nahverwandten *Typus der Raubvögel, Störche* und *Raben*.

Bei diesen Tieren sind schon am entfalteten, aber noch unbelasteten, ruhenden Flügel die grossen Schwungfedern so weit von einander getrennt, dass sich die wirk-

*) Bildet man die Summe der Vorderrandlänge des Flügels und der fakultativ freien Vorderränder der Schwungfedern und dividiert diese Summe durch die mittlere Flügelbreite, so erhält man sowohl bei der Ente, wie beim Haushahn die relative Vorderrandlänge 4. Ohne Hinzunahme der fakultativ freien Schwungfederlängen würde beim Haushahn nur ungefähr die relative Zahl 2 herauskommen. Es lassen sich zwar aus diesen Verhältniszahlen noch keine *allgemeinen* Schlüsse auf das beste Längen- und Breitenverhältnis künstlicher Flügel ziehen; immerhin glaube ich, dass die Zahlen interessant genug sind, um zu einer näheren, ein grösseres Material umfassenden Zusammenstellung der relativen Vorderrandlängen anzuregen.

samen vorderen Federränder beim Segeln mit minimaler Schranke dem Winde entgegensetzen. Wären alle die hintereinanderstehenden schmalen Federflächen in der

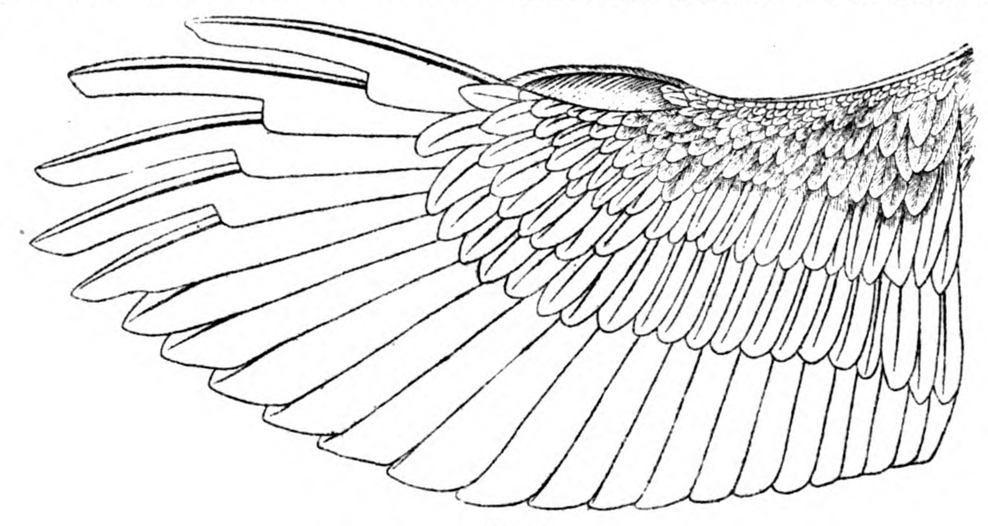


Fig. 20.
Rechter Flügel eines Bussard (von unten gesehen).

Verlängerung der ersten Schwungfeder angebracht, so würde ein langer, schmaler Flügelfortsatz entstanden sein: ***ein Albatrosflügel an der Spitze einer breiten Flügelbasis, ein Segelflügel an einem Ruderflügel.*** Die Natur hat den langen Segelfortsatz des Raubvogelflügels in Wirklichkeit nicht in einem Stück angelegt, sondern in Form mehrerer, jalousieartig hinter einander stehender Abschnitte *) Diese waren offenbar im Anschluss an die breite Fläche des Flügels aus dem vorhandenen Federmaterial leichter herzustellen, als ein einziger langer Fortsatz von gleicher Segelkraft, der zu seiner Aussteifung eine harte knöcherne Grundlage erfordert hätte.

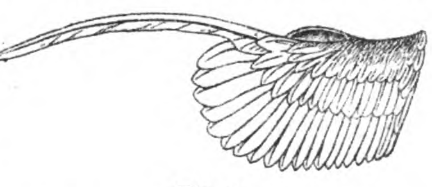


Fig. 21.
Hypothetischer Ruderflügel mit angehängter Segelspitze. Die fingerförmigen, hintereinanderstehenden Schwungfedern der vorigen Figur sind hier nebeneinander als einheitliche Verlängerung der 1. Handschwinge gezeichnet.

Und für die Verwendung der geschlossenen Flugfläche zu schnellen Flügelschlägen würde ein so langer Segelanhang im hohen Grade nachteilig sein, da er die Schlagfrequenz bis zur äussersten Grenze verlangsamen würde, ohne doch — für den Anfang des Fluges und für eine steile Flugbahn — die nötige Hubwirkung zu gewährleisten. Die breite, für schnelleren Flügelschlag, geringeren Gegenwind und grosse Neigungswinkel

---

*) So stehen auch auf einem Schiffe aus praktischen Gründen die Segel staffelartig hintereinander, weil sie an mehreren Masten leichter anzubringen sind, als an einem und weil ein einziges grosses Segel schon wegen der Gefahr des Kenterns weit schwieriger zu handhaben und zu sichern ist, als mehrere kleine. Ein Schiff mit einem grossen Segel wäre ein Spiel des Windes, wenn der Sturm dies eine Segel fortrisse, während ein verlorenes kleines Segel leicht ersetzt werden kann.

des Flugwindes bestimmte Flügelfläche behält ihre Wirksamkeit bei der jalousieartigen Anordnung der Segelflächen, ja ihre Hebewirkung kann durch stärkere Wölbung der Fläche gesteigert werden, da die einzelnen leicht drehbaren Schwungfedern beim Flügelschlag den Antrieb nach vorn verstärken und der breite Hubflügel für diese Nebenwirkung also weniger eingerichtet zu sein braucht.

So vereinigt denn der Adlerflügel in sich die Eigenschaften eines Segelflügels und eines Ruderflügels. Bei den verschiedenen Vogelarten von diesem Flügeltypus tritt bald die eine, bald die andere Eigenschaft mehr in den Vordergrund; die grösseren (Fig. 22)

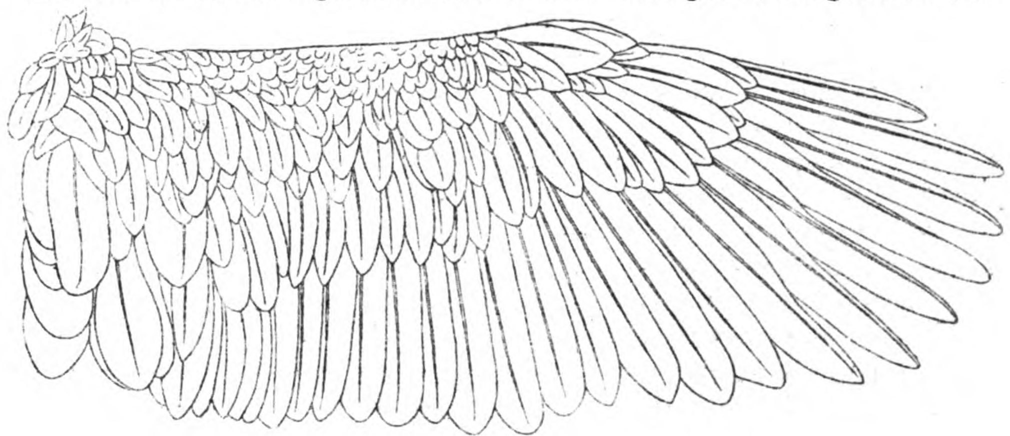


Fig. 22.
Rechter Flügel vom Seeadler. 1/8, nach Prechtl.

sind mit ihren langen Segelfedern geschickt im Segeln, die kleineren geschickter im Abflug, die einen erheben sich in flach ansteigender Bahn vom Boden, die andern können steiler emporfliegen. Aber bei starken Winden stehen alle in ihrem Segelvermögen mehr oder weniger zurück hinter den Vögeln vom Albatrostypus, die dafür gleichsam Specialisten sind; und bei ruhiger Luft sind ihnen die Vögel mit geschlossener Flügelfläche überlegen. Die grossen, gut segelnden Geier und Adler können sich bei ruhigem Wetter nur mühsam und mit langem Anlauf vom Boden erheben, und man beobachtete an der Meeresküste einen Adler, der vergeblich gegen den Sturm ankämpfte und schliesslich zurückgeworfen wurde, während die grossen Möven spielend im Winde kreisten. Der Adler konnte offenbar seine grosse, gewölbte Flügelfläche nicht mit genügend kleinen Winkeln in die Richtung des Sturmes einstellen, und die zerteilten Segelflächen der Geier haben für den Abflug nicht dieselbe Hubwirkung, wie geschlossene Flügelflächen.

Es wurde oben bemerkt, dass auch am Adlerflügel die isolierten Schwungfedern beim Flügelschlage leicht um ihren Schaft drehbar sind und daher in analoger Weise, wie es beim Hühnerflügel beschrieben wurde, als Organe für den Antrieb des fliegenden Vogels in der Flugrichtung angesehen werden können. Prechtl bezeichnet daher diese Federn als *Ruderfedern*. Die Drehung erfolgt indessen nicht nur beim »rudernden« Flügelschlage, sondern auch beim Segeln, und wie wir sehen, ist die weite Trennung der Federn gerade eine für das *Segeln* geschaffene Einrichtung. Die übereinanderliegenden verschmä-

lerten Handschwingen des Huhnes trennen sich erst beim kräftigen Flügelschlage und werden nun erst einzeln um ihren Schaft drehbar. Sie sind es also, die in erster Linie die Bezeichnung *Ruderfedern* verdienen, und die stets getrennt stehenden Schwungfedern der Adler, Falken und Störche sind treffender als *Segelfedern* zu bezeichnen.*)

Dieser verschiedenartige Charakter der trennbaren Schwungfedern findet auch einen Ausdruck in der ungleichen Krümmung und Biegsamkeit ihrer Schäfte. Wir haben oben (S. 17) des Näheren gesehen, dass die Schwungfedern verschiedener Vogelarten am ausgebreiteten Flügel sowohl von vorn nach hinten (horizontal), als senkrecht zur Fahne, von oben nach unten (ventral), in sehr bestimmter Weise gekrümmt sind, und dass sie in beiden Richtungen eine ganz verschiedene Biegsamkeit besitzen. Sobald nun der Flügel belastet oder durch Flügelschlag in Anspruch genommen ist, werden die Krümmungen — wie die Wölbungen des ganzen Flügels — je nach dem Grade der Biegsamkeit und der Stärke des Luftwiderstandes mehr oder weniger verflacht und ausgeglichen. Der Krümmung nach unten wirkt die hebende Komponente des Luftwiderstandes entgegen, der Krümmung nach hinten die vortreibende Komponente. Umgekehrt wird man sagen dürfen dass die stärkere Krümmung und grössere Steifheit einer Feder in der einen oder anderen Richtung einen Rückschluss auf die Art und Grösse des Widerstandes gestattet, für welchen diese Feder bestimmt oder wenigstens geeignet ist. Bei der ganz ausserordentlichen Zweckmässigkeit und Vollkommenheit des Vogelflügels in allen seinen Einzelheiten ist es nicht überraschend, dass die einzelne Feder, wie der ganze Flügel, solche Einrichtungen besitzt, welche den verschiedenen Ansprüchen des tragenden und treibenden Luftwiderstandes so genau entsprechen, wie es meiner Ueberzeugung nach durch jenen verschiedenen Grad der Krümmung und der Biegsamkeit geschieht. Das Fehlen einer solchen Einrichtung würde einem entschiedenen Mangel des Flugapparates gleichkommen. Die mechanische Bedeutung der vorhandenen, so sehr charakteristischen Krümmungen der Federschäfte nach zwei Richtungen, sowie die durch ganz bestimmte anatomische Eigenschaften (S. 16) hervorgerufene ungleiche Biegsamkeit würde sich kaum in einer anderen Weise genügend erklären lassen, wenn man bezweifeln wollte, dass sie eben genau den verschiedenen Ansprüchen des Luftwiderstandes angepasst sind. Es sprechen also alle Umstände dafür, dass wir aus der Krümmung und Biegsamkeit der Federschäfte auf die mechanische Beanspruchung derselben im Fluge schliessen dürfen und müssen.

Die auf Seite 17 als Beispiele angegebenen Massbestimmungen für Biegsamkeit und Wölbung der Flügelelemente sind natürlich nicht ohne weiteres Ausdrücke für die Hub- und Zugwirkungen, welche durch den Flügelschlag ausgelöst werden, aber sie zeigen doch ganz unverkennbar, dass der Flügel für den starken vertikalen Hub des Luftwiderstandes, welcher die Einwirkung der Schwere zu überwinden hat, entsprechend steifer gebaut ist, als für den schwächeren horizontalen Schub, durch den ja im vollen Fluge nur die Hemmungswiderstände der Luft beseitigt zu werden brauchen.

*) Prechtl bezeichnet die Flügel vom Adlertypus als „*Ruderflügel*", da ihm bekannt ist, dass die einzeln stehenden Schwungfedern beim Niederschlag des Flügels infolge ihrer pronierten Stellung den Vogel vorwärtsschieben wie Ruder. Die Flügel vom Hühnertypus erwähnt er gar nicht.

Auf eine wichtige Nebenbedeutung der geteilten und emporgekrümmten Schwinge sei hier noch hingewiesen: sie gestattet der vorüberstreifenden Luft einen gleitenden Abfluss und *verhindert die Entstehung von Randwirbeln,* welche den zarten Federrändern schaden könnten.

Beim Flügelschlag wird durch die *elastische Spannung der Federn* die Wirkung des Muskelzuges soweit verzögert, dass durch den allmählichen Ausgleich dieser Spannung am Schluss der Senkung des Flügels Zeit gewonnen wird für die Einleitung der Hebung des Flügels. Hebung und Senkung stehen sich anfangs nicht schroff gegenüber, sondern die Hebung wird infolge jener Federspannung durch die Senkung des Flügels selber eingeleitet, um dann passiv durch den Widerstand der Luft, oder aktiv durch die Hebemuskeln ausgeführt zu werden. Der so verursachte allmähliche Uebergang zwischen Senkung und Hebung findet auch bei Beginn des Niederschlages, d. h. zwischen der Hebung und Senkung, statt und erscheint auch in der Wellen- oder 8-förmigen Schleifenlinie, die der Flügel mit seiner Spitze beim Ruderfluge beschreibt, oder in der geschlossenen elliptischen Kurve, welche die Flügelspitze eines festgehaltenen Vogels beim Flügelschlag auf eine berusste Glastafel einschreibt. (Fig. 11.)

Die Spannung der emporgekrümmten Schwungfedern — auch der nicht zerteilten, geschlossenen Schwinge -- übt in der Richtung der Federspulen und der Längsachse des Flügels einen Druck aus, welcher schliesslich auf das Schultergelenk übertragen wird. Dieser Druck geht für den Flug nicht verloren und bewirkt auch keine lästigen oder schädlichen Zerrungen in der Umgebung der Schulter, denn er wird von dem *elastischen Gabelbein* aufgenommen und in Form einer federnden Spannung desselben aufgespeichert. Wenn die Ursache der Spannung aufhört, so wird auch die Spannung des Gabelbeines wieder an die Federfahne zurückgegeben. Durch die Entspannung der Federfahnen wird also auch die Spannung des Gabelbeines wieder für die Zwecke des Fluges verwendet.

Von weitester Verbreitung ist die *Flügelform* mit ungetrennten Schwungfedern *vom Typus der Tauben* (Fig. 23). Man hat diese Flügel »*Stossflügel*« genannt, weil sie sich bei einer Anzahl sogen. Stossvögel, besonders auch bei kleineren Falkenarten, vorfinden. Prechtl bemerkt dazu, das Stossen stehe mit dieser Flügelform in keiner wesentlichen Verbindung. Der Taubenhabicht, dessen Flügel krähenartig ist, stösst ganz gut und die Saatgans, deren Flügel vollkommen die Stossflügelform hat, stösst niemals. Er nennt daher diese Flügelform »*Schnellflügel*«, von Schnellen, lancer, da sie für einen *schnellen,* heftigen Flügelschlag geschickt sei.

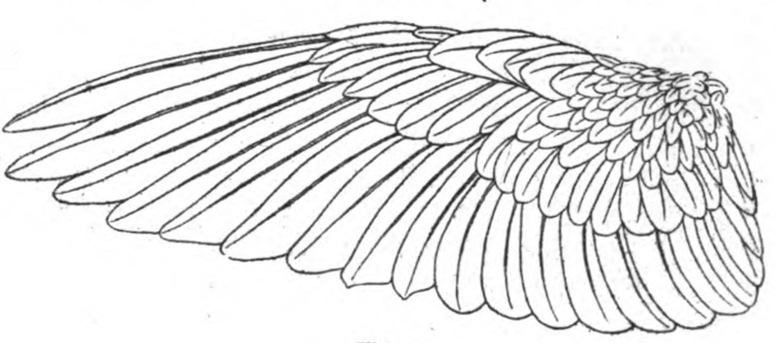


Fig. 23.
Linker Flügel einer Taube.

Man kann gegen diese Bezeichnung indessen ganz ähnliche Einwürfe erheben, wie gegen das Wort Stossflügel, denn die Schnelligkeit oder Frequenz des Flügelschlages hängt ebensowenig wie das Stossvermögen der Vögel von dieser Flügelform ab. Dies wird später näher erörtert werden. Hier möge nur der Hinweis genügen, dass nach Prechtl's eigenen Angaben die Schnellflügel sich zwar mehr oder weniger bei allen kleinen Vögeln, herab bis zu den Kolibris (Fig. 24), finden, dass sie aber auch bei den Seeschwalben, den Tauben und kleinen Falken (Wanderfalke, Turmfalke, Baumfalke), ja sogar bei der Saatgans vorkommen, deren Schlagfrequenz von manchem kurzflügeligen Rudervogel (vom Hühnertypus), wie auch von dem Taubenhabicht und Sperber (vom Adlertypus) übertroffen wird. Aus diesen Gründen bemerkt Prechtl einschränkend am Schlusse seines § 106: »Nur bei hinreichender Länge, welche die nötigen Verkürzungen erlaubt, ohne dass dabei die Tragfläche des Flügels bei dem Niederschlage unzureichend wird, sind die Schnellflügel ihre eigentümliche Wirkung zu leisten im Stande«. Man sieht nicht ein, warum dann die in Frage stehende Flügelform noch allgemein »Schnellflügel« genannt werden kann, wenn die Schlagfrequenz so offenbar von anderen Ursachen abhängig ist, als von der geschlossenen Lage der Handschwingen.

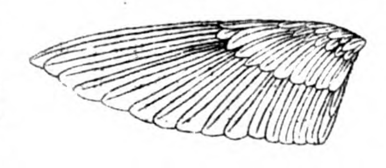


Fig. 24.
Flügel eines Kolibri (natürl. Grösse).

Die Beschreibung, welche Prechtl von diesem Flügeltypus giebt (§ 100), passt sehr gut für die Tauben und kleinen Falken. Hier sind die Schwungfedern steif, mit starkem Kiel und weniger breiten, daher stärkeren Fahnen, und der Flügel erhält durch die gestreckte und zusammengeschobene Lage der äusseren Schwungfedern eine verhältnismässig geringe Breite. Bei anderen Vögeln treten jedoch erhebliche Abweichungen auf, die sich sowohl auf die Gestalt und Wölbung der Flügelspitze, wie auf das Verhältnis der Länge zur Breite beziehen, und auch die Bezeichnung der Schwungfedern als steif und schmal hat vielfach keine Gültigkeit.

Es gehören hierher Flügel, wie die der Paradiesvögel (Fig 25), welche durch ihre kurze und breite Form mit denen vom Hühnertypus übereinstimmen, ohne dass jedoch die Trennung der Schwungfedern beim Niederschlag möglich wäre, da die Federbärte nicht verschmälert sind. In dem anderen Extrem schliessen sich die Flügel des Taubentypus durch die kleineren Möven, Seeschwalben und Schwalben an den Albatrostypus an. Endlich giebt es unter den Wat- und Schwimmvögeln wahrscheinlich solche nahe verwandte Formen, die in der Form ihrer Flügel den Uebergang vom Taubentypus, zum Hühner- und Adler- oder Storchtypus darstellen. Es sei nur an den Entenflügel (Fig. 19) erinnert, bei dem die ersten Schwungfedern eine deutliche Verschmälerung der Spitzen zeigen, sodass diese beim Tiefschlag eine kurze Strecke von einander getrennt werden.

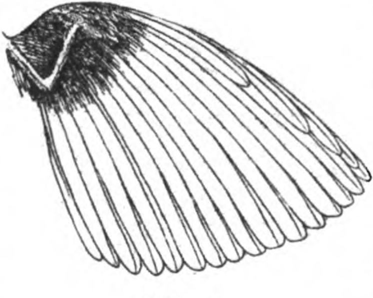


Fig. 25.
Linker Flügel vom Paradiesvogel,
(P. apoda). Unterseite.

Es sind mir keine Vögel von Taubengrösse und darunter bekannt, bei denen die Schwinge nicht unter allen Umständen geschlossen wäre.

Welche Gestalt der Flügel dieses Typus aber auch immer im Einzelfall haben mag, stets kommt an ihm die vortreibende Wirkung dadurch zu stande, dass die ganze Schwinge als geschlossene Fläche beim Tiefschlag in eine zur Flugrichtung pronierte Lage gerät, sodass der Vorderrand tiefer liegt, als der Hinterrand. In dieser wichtigen mechanischen Beziehung stimmt der Flügel vom Taubentypus mit dem vom Albatrostypus genau überein. Man könnte daher den Albatrosflügel als einen übertrieben langen Flügel vom Taubentypus ansehen, der wegen zu grosser Länge zu einem hubkräftigen Flügelschlage in ruhiger Luft unbrauchbar ist. Und umgekehrt wäre erlaubt zu sagen, der Flügel vom Taubentypus sei ein verkürzter Albatrosflügel, der mit der Verkürzung zwar die Fähigkeit zur Ausführung hubkräftiger Flügelschläge erworben hat, dessen Vorderrand aber nicht lang genug geblieben ist, um in starker Gegenströmung die zum Segeln nötigen, hinreichend kleinen Neigungswinkel mit andauerndem Erfolge anwenden zu können.

Ueber die Wölbungen des Flügels gilt das bei der Besprechung der anderen Typen Gesagte. Ein kurzer, breiter Flügel ist stärker gewölbt, als ein längerer, schmälerer. Die Schlagfrequenz ist bei dem breiten, kleinen Flügel eine grössere, als beim langen Flügel, gleichzeitig ist die Fluggeschwindigkeit eine geringere, der Stosswinkel des Luftwiderstandes ein grösserer, und wie wir sahen ist hierzu eine stärker gebogene Schranke, eine stärkere Wölbung erforderlich.

Da mit zunehmender Flügellänge und mit zunehmender Schlagfrequenz beim Flügelschlage der Angriffspunkt des Luftwiderstandes mehr und mehr gegen die *Flügelspitze* verschoben wird, unter gleichzeitiger Entlastung der proximalen Flügelteile, so ist es verständlich, dass in gleichem Masse die Bedeutung und Entwicklung des sogen. Lenkfittichs oder Daumenflügels geringer wird, da dieser nur als Schranke für die *Basis* der Schwinge zu fungieren bestimmt ist. Wir sehen daher bei allen Flügeln mit geschlossener und somit hubkräftiger Schwinge den Schränkfittich (cf. S. 37) schwächer entwickelt, als bei den Flügeln von Adler- und Hühnertypus, wo die zerteilte Schwinge im Flügelschlage eine stärkere Inanspruchnahme der Schwingenbasis und des Fächers bedingt. Je länger die Schwinge im Vergleich zum Fächer des Flügels ist, desto unbedeutender erscheint der Schränkfittich, denn in diesen Fällen kann er höchstens beim Abflug in beschränktem Masse zur Herstellung der vortreibenden Vorneigung (Pronation) des Flügels beitragen.

An der geschlossenen Schwinge kommt nun die zum Vortrieb nötige Stellung je nach der Periode des Fluges in einer den wechselnden Verhältnissen des Luftwiderstandes genau angepassten und daher verschiedenen Weise zu stande. Im *Beginn des Fluges* (Abflug) erreichen alle Flügel beim Tiefschlag ihre grösste Entfaltung nach Umfang und Wölbung. Die vorderen Schwungfedern, — die erste sogen. Lenkfeder sowohl, wie

die ihr ähnlichen, kürzeren Schwungfedern des Vorderrandes*) — treten mehr oder weniger unter der längsten Feder, welche gewöhnlich den vorderen Schwingenrand einnimmt, hervor. Dadurch erhält auch ein gewöhnlich als spitz beschriebener Flügel, wie der einer Taube, an seinem freien Ende eine breite Rundung. Die nicht verschmälerten hinteren Federbärte verhindern die vollständige Trennung der Federn und gewährleisten den einheitlichen Charakter der Schwinge. Die Momentphotographien von Ottomar Anschütz, Marey u. a. zeigen in zahlreichen Beispielen diesen Zustand des im Tiefschlage gespannten Flügels. Stellt man an einem frischen Flügel oder an einem lebenden Tiere diesen Spannungszustand durch starkes Ausbreiten des Flügels her, so gewahrt man, wie mit dem stärkeren Vorziehen der ersten Schwungfedern die Wölbung stärker wird, und wie sich die untere Flügelfläche abplattet, sobald die ersten Schwungfedern unter die längste Hauptfeder geschoben, oder die ganze Schwinge mehr zurückgelegt wird. Die folgende Abbildung zeigt nach einer Photographie von Anschütz mit genügender Deutlichkeit, wie die vorderen Schwungfedern am Taubenflügel beim Tiefschlag entfaltet sind, und wie sie so in vorgeneigter Stellung eine typische, schneidenförmige Schranke bilden, mit welcher der vordere Rand der geschlossenen Schwinge genau in der Richtung des auf den Flügel wirkenden Gegenwindes vordringen kann. Die vorderen, kürzeren Schwungfedern haben demnach für die geschlossene Schwinge genau dieselbe Bedeutung, wie die schmalen Vorderbärte der oben näher besprochenen Ruder- und Segelfedern des Hühner- und Adlerflügels: sie verhindern den schädlichen Abfluss der Luft um den Vorderrand und lenken den Widerstand derart gegen die hinter der Torsionsachse des Flügels liegende Schwingenfläche, dass diese in die vortreibende Stellung kommt. Besonders schön ist dies am Flügel des Paradiesvogels (Fig. 25) zu erkennen, bei welchem die 4 ersten Handschwingen mit zurückgebogener und dadurch am Heraustreten verhinderter Spitze den vorderen Flügelrand nach Art mehrschichtiger Wagenfedern versteifen und schrankenartig erhöhen.



Fig. 26.
Taube nach einer Momentphotographie von Ottomar Anschütz.

Im vollen geradlinigen Fluge und immer dann, wenn der Flügelschlag anscheinend nicht mit grossem Kraftaufwande, jedenfalls nicht mit maximaler Schwingungsweite ausgeführt wird, erhält man ein wesentlich anderes Bild von dem tiefschlagenden Flügel. Die Momentphotographien freilich, die sich mit wenigen Ausnahmen nur auf den Anfang oder das Ende des Fluges beziehen, liefern uns dafür, wie oben bemerkt wurde, keine objektiven Beweisstücke, aber dafür ist bei dem langsamen Flügelschlage mittlerer und grösserer Vögel die unmittelbare Beobachtung leicht und durchaus zuverlässig. Wenn man

*) Bei der Taube, der *Krickente* u. a. ist die 2. Schwungfeder die längste; beim *Zaunkönig* die 3. oder 4., beim *Paradiesvogel* die *sechste*. Hier sind also die ersten Schwungfedern mehr und mehr reduziert und die nachfolgenden bilden die Hauptfläche der Schwinge. Bei den *Kolibris* dagegen wird der schmale Flügel der Hauptsache nach aus den 4 bis 5 ersten Schwungfedern gebildet, die durch breite Hinterbärte vor dem Auseinanderweichen geschützt sind. Bei den Schwalben ist die erste Schwungfeder die längste.

dabei genau nur auf diesen Punkt achtet, so wird man vielfach Gelegenheit haben zu sehen, dass z. B. Tauben unter gewissen Bedingungen beim Tiefschlagen die vorderen Schwungfedern nicht entfalten und vorziehen, sondern unter der längsten Feder liegen lassen und so die spitze Form des Flügels während des ganzen Niederschlages bewahren. Der vordere Flügelrand bildet dann nicht eine nahezu gerade Linie, sondern es zeigt sich am Anfang der Schwinge ein deutlicher Knick, ohne dass deshalb am hinteren Flügelrande wesentliche Änderungen der Umgrenzung (im Vergleich zum vollgespannten Flügel) auffielen.

Bei dieser Haltung ist der Flügel an der Spitze mehr abgeplattet, weniger stark gewölbt, er ist mehr auf Vortrieb, als auf Hebung eingestellt; dazu kommt, dass das Einziehen der vorderen Schwungfedern und die unvollständige Entfaltung der Schwinge beim Tiefschlage des Flügels einer Verkleinerung der Flugflächen gleichbedeutend ist und daher, wenn es in horizontalem Fluge geschieht, ein Sinken des Vogels herbeiführen kann.

Wenn das Sinken in vielen Fällen nicht eintritt, so wird die Verkleinerung der Fläche durch eine Verstärkung des Flugwindes ausgeglichen. Dieser Ausgleich kann vorübergehend passiv durch Unregelmässigkeiten des Windes zustande kommen. Man sieht z. B. wie ein Taubenschwarm, der gleichmässig ruderte, plötzlich den Flügelschlag verlangsamt und dabei die Flügelspitzen unentfaltet schwanzwärts zurückbiegt. Die Erscheinung ist die momentane Reaktion des Flugapparates gegen einen Windstoss, den das Tier als unvorhergesehene Aenderung des Flugwindes in Richtung und Stärke empfindet. Der Flugwind trifft dabei unter kleinerem Winkel auf die Flügel, als beim gewöhnlichen Flügelschlage, darum muss die Fläche abgeplattet werden, was eben nur durch Einziehen der ersten Schwungfedern und Zurücknehmen der Flügelspitze schnell durchführbar ist. Die grössere Stärke des Gegenwindes gestattet oder bedingt sogar die Verkleinerung der Flugfläche, der Vogel ist eben durch die Fähigkeit, die Grösse und Form seiner Flügel jederzeit augenblicklich zu ändern, für den verhältnismässig gleichförmigen und sicheren Verlauf seines Fluges eingerichtet. Ohne diese Anpassungsfähigkeit an die Ungleichförmigkeiten und Unregelmässigkeiten der bewegten Luft würden die Flugbewegungen des Vogels einen fast ebenso unsteten Verlauf nehmen wie der Wind, dessen innerstes Wesen die Veränderlichkeit ist.

Auch die Elasticität des Flügelmaterials trägt viel dazu bei, dem Vogel über kleinere Unebenheiten und Schwierigkeiten der Bahn in bewegter Luft hinwegzuhelfen; aber für manche Hindernisse genügt weder die Elasticität, noch die Anpassungsfähigkeit der Flügel, um den Vogel vor allerlei Stössen, Erschütterungen und selbst zeitweiligen Abstürzen in der Luft zu bewahren.

So oft das Tier von plötzlichen Verstärkungen des Gegenwindes, durch Windstösse, überrascht wird, so oft und ebenso unerwartet wird es auch an Stellen seiner Flugbahn kommen, an denen der Gegenwind ohne sein Zuthun unter das zum Fluge nothwendige Mass herabsinkt. Dann muss eine Beschleunigung des Flügelschlages (und der Fluggeschwindigkeit) d. h. ein grösserer Kraftaufwand erfolgen, um das Hindernis zu über-

winden; und was der Vogel bei dem maximalen Gegenwind des Windstosses an Kraft ersparte, das muss er im nachfolgenden Minimum wieder aufwenden. Dass diese Ungleichförmigkeit der Kraftausgabe, die bald durch den Windstoss gehemmt wird, um bald mit um so grösserer Spannung und Stärke erfolgen zu müssen, nicht gleichgültig, sondern einer wesentlichen Erschwerung des Fluges gleichbedeutend ist, möge nebenbei erwähnt werden, denn die Ungleichförmigkeiten des Windes wirken ganz analog den Unebenheiten einer schlecht gepflasterten Fahrbahn. — Jene Tauben, die im Maximum des Windes wie auf Befehl ihre Flügel änderten und den Schlag verlangsamten, führten an anderen Stellen mit eben solcher Uebereinstimmung plötzlich die heftigsten Flügelschläge mit stark gespreizten Flügeln aus, um das Windminimum zu überwinden. Aber sie konnten dennoch mit aller ihrer Kunst nicht verhindern, dass sie z. B. an anderen Stellen von plötzlichen, vertikal nach unten gerichteten Windstössen — die Tiere flogen über einem mit hohen Häusern bebauten Gelände — gelegentlich mit blitzartiger Geschwindigkeit eine kurze Strecke aus ihrer Bahn herabgestürzt wurden.

Nicht immer sind es die Unregelmässigkeiten des Windes, die den Vogel zu einer Aenderung der Form und Grösse seiner Flügelflächen veranlassen; jede das gewöhnliche Mittelmass überschreitende Verstärkung des Gegenwindes zwingt ihn zu einer Verkleinerung und Abflachung der Flügel, jede Verringerung des Gegenwindes zu einer Vergrösserung der Fläche und des Schrankenrandes des Flügels; dort wird der Flügelschlag verlangsamt, hier hingegen beschleunigt.

Ein Vogel, der mit geringer Geschwindigkeit aufwärts oder in ruhiger Luft langsam horizontal vorwärts fliegt, wird immer beim Tiefschlag seine Flügel maximal entfaltet haben; sobald er aber — sei es aktiv durch eigene Muskelkraft, sei es passiv im Sinken durch die Schwerkraft — eine grosse Geschwindigkeit gegen die Luft erreicht, muss er auch die Form und Grösse der Flügel dem stärkeren Gegenwinde anpassen, und dies geschieht genau ebenso, wie wenn die Zunahme nur vorübergehend durch einen Windstoss erzeugt wäre, nämlich durch Verschmälerung und Anwinkeln der Flügelspitze.

So verstehen wir die Flügelhaltung eines verfolgenden und eines verfolgten, fliehenden Vogels, die beide mit grösstmöglicher Geschwindigkeit und höchstem Kraftaufwand zu fliegen suchen ihre Flügelspitzen zeigen nach hinten wie die einer Bekassine in den Gleitperioden des Fluges, und an der verkleinerten, für den Vortrieb eingestellten Flugfläche kann ein weit grösserer Teil der Muskelkraft in *Flugbeschleunigung* umgesetzt werden, als am ganz entfalteten Flügel, der mehr der Schwere entgegen, als vortreibend wirkt.

Da beim Flügelschlag die Spitze des Flügels in Folge der grösseren Winkelgeschwindigkeit einen weit grösseren Widerstand erfährt, als die Flügelbasis, so hat Marey u. a. A. die Schwinge des Flügels auch als *aktiven* Flügel bezeichnet, im Gegensatz zu dem *passiven Flügel* oder dem Fächer. Ich kann diese physiologische Unterscheidung nicht als besonders glücklich anerkennen, da die beiden Abschnitte des Flügels wohl morphologisch bestimmt von einander zu trennen sind, nicht aber ihrer Funktion nach. Es giebt keine feste Grenze zwischen einem aktiven und einem passiven Flügelteil. Bei schnellem Flügelschlag ist auch der Fächer des Flügels aktiv, wenn auch gegen die Basis

abnehmend, und je langsamer der Flügelschlag, desto mehr ist auch die Schwinge passiv, bis endlich beim Schweben und Segeln der ganze Flügel gleichmässig passiv wird. Wenn daher auch bei den Rudervögeln, welche ja bei weitem die Mehrzahl bilden, die Schwinge zweifellos der wichtigste Teil des Flügels ist, so dürfte diese Wertschätzung für den Albatros schwerlich zu Recht bestehen, dessen Schwinge nur als ein wenig veränderungsfähiger, kleiner Anhang des Fächers erscheint.

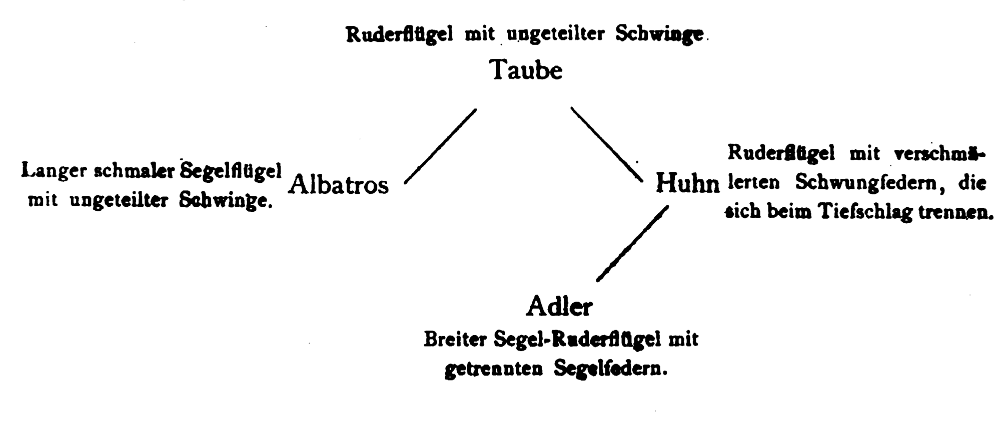
Wir haben die verschiedenen Flügelformen im Hinblick auf die Gesetze des Luftwiderstandes und aus didaktischen Gründen in der Reihenfolge besprochen, dass wir vom *Albatrosflügel* ausgingen, dann die Flügel vom Hühner- und Adlertypus folgen liessen und schliesslich beim Taubenflügel endeten. Rein morphologisch betrachtet ist jedoch der Flügel vom Taubentypus in den Vordergrund zu stellen. Sofern das palaeonthologische Dokument des Archaeopteryx durchschlagende Beweiskraft hat, müssen wir diesen Flügel auch als den phylogenetisch älteren ansehen. Von ihm ist abzuleiten nach der einen Seiten der Albatrosflügel, nach der andern die Flügel vom Typus Huhn und Adler.

Der Albatrosflügel erscheint als eine Specialisierung des gewöhnlichen Ruderflügels für den ausschliesslichen Zweck des Segelns in bewegter Luft. Die grossen und schweren Raubvögel und Störche sind durch die isolierten Schwungfedern gleichfalls zum Segeln in den bewegten oberen Luftschichten befähigt, besitzen aber noch eine zum aktiven Abflug ausreichende hubkräftige Flügelbasis, die dem Albatros fehlt. Bei den Hühnern endlich, die sich in ihrer systematischen Stellung an die Raubvögel anschliessen, erscheint anstatt des Segelapparats des Adlerflügels ein für energischen, aktiven Flügelschlag bestimmter Triebflügel.

Diese Thatsachen entsprechen vollständig der verschiedenen Lebensweise der Tiere. Der Albatros lebt in der fast stets bewegten Luft des offenen Meeres, er kann sich jederzeit leicht der lebendigen Kraft des Windes bedienen, um sich heben und tragen zu lassen. Die grossen Raubvögel des Landes erreichen die tragenden Luftströme erst nach einem anstrengenden Abfluge in der stillen Luft nahe dem Boden. Und die in Feld und Wald, also in weit ruhigerer Luft wohnenden Hühner sind ganz auf die eigene Kraft angewiesen, wie alle kleineren Vögel vom Flügeltypus der Tauben.

Schwer zu beantworten ist die Frage, warum die Natur den Hühnern, die doch echte Rudervögel sind, nicht analoge Flügel gegeben hat, wie den übrigen Rudervögeln. Hierzu ist vom physiologischen Standpunkte aus hervorzuheben, dass sich die Flügel vom Hühnertypus nur bei verhältnissmässig schweren Vögeln vorfinden. Wollte man sich solche Tiere mit Flügeln vom Taubentypus denken, so müssten diese Flügel an Flächeninhalt und Länge bedeutend grösser sein. Eine Verlangsamung der Schlagfrequenz des Flügels wäre die Folge, und diese steigert jedenfalls die Schwierigkeiten des Abfluges, der für die Erhaltung der Arten im Kampfe um's Dasein so ausserordentlich wichtig ist. Ein kurzer, breiter Flügel ist hubkräftiger, als ein gleich grosser, aber langer Flügel, an welchem leichter die vorwärtstreibenden Flächen entstehen und der mehr zum Fliegen in

bewegter Luft geeignet ist. Ausserdem bietet der compendiös gebaute Flugapparat des Huhnes für den Flug zwischen Gestrüpp, Busch und Wald den grossen Vorteil, dass er ohne erhebliche Verletzungsgefahr in engen und von Hindernissen durchsetzten Lufträumen zu gebrauchen ist. So hat diese Flügeiform viele Eigenschaften, welche für das Fliegen schwerer Vögel in den unteren, ruhigen Luftschichten über bedecktem Gelände von unschätzbarer, ja entscheidender Bedeutung sind. Man darf daher wohl annehmen, dass der Flügel, dessen Schwungfedern I. Ordnung bei starkem Ruderschlag auseinanderweichen, um einzeln in die den Vortrieb bewirkende schräge Stellung überzugehen, im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwickelung durch natürliche Auslese aus einfacheren Flügelformen mit geschlossener Schwinge hervorgegangen ist, und dass diese Entwickelung durch eine Steigerung des durchschnittlichen Körpergewichts der betreffenden Arten veranlasst wurde. Die Verschmälerung der Federbärte, durch welche die zeitweilige Trennung der Handschwingen am Hühnerflügel ermöglicht wird, betrachten wir dabei — im Vergleich zu den unverschmälerten Federn des Taubenflügels — als eine höhere Ausgestaltung, die endlich bei den grossen Seglern vom Adlertypus so weit fortgeschritten ist, dass sie zu einer dauernden Trennung der Segelfedern geführt hat. Wir erhalten danach das folgende Schema für die phylogenetische Entwickelung der Typen des Vogelflügels:



Die Unterscheidung der vier Typen des Vogelflügels gründete sich im wesentlichen auf die charakteristischen Eigentümlichkeiten der für den aktiven oder Ruderflug so wichtigen Flügelspitze oder der Schwinge. Einfacher und gleichartiger gebaut, als diese, ist der basale Teil des Flügels, der Fächer.

Die stets geschlossene und einheitlich fungierende Flugfläche des Fächers wird, wie schon bemerkt, der Hauptsache nach aus den am Unterarm befestigten Armschwingen oder Schwungfedern II. Ordnung gebildet, denen sich, zum Verschluss der Lücken und zur Bedeckung der vorderen Flughaut, Reihen von grösseren und kleineren Konturfedern zugesellen. Die kleinsten dieser Deckfedern stehen auf der Flughaut, wo sie am vorderen Rande eine wohl entwickelte Schneide oder Kante ausmodellieren, die hier eine scharfe

Begrenzungslinie der unteren Flügelfläche darstellt. Die Oberseite des Flügels wölbt sich bei grossen Vögeln bis zu dieser Kante herab. Man hat die vordere Flughaut treffend als *Windfang* bezeichnet. Bei starkem Flügelschlag besonders wirkt sie nach Art einer Schranke, welche die Luft fängt und zum Abfluss über den hinteren Flügelrand zwingt.

Die Anzahl der *Armschwingen* ist nach Prechtl (l. c. § 94) bedeutenden Schwankungen unterworfen. Bei den kleinen Vögeln, wie den Finken, sind ihrer acht vorhanden, bei den Krähen 10, beim Adler 12, bei der Saatgans 18, beim Geier 19 bis 20, und beim Pelikan 25. Prechtl hat an der Hand von Beispielen gezeigt, dass diese Schwankungen weder von dem Längenverhältnis des Ober- und Unterarms, noch von der absoluten Länge des Unterarmes, noch von der Länge des ganzen Flügels abhängen; sie sollen vielmehr in gewisser Weise durch das Verhältnis der Flügelgrösse zum Körpergewicht bedingt sein. Die Vögel, die gegen das Gewicht ihres Körpers mit verhältnismässig grossen Flügeln ausgestattet sind, haben demnach eine geringere Anzahl von Fächerfedern, als diejenigen, welche mit verhältnismässig kurzen Flügeln einen schweren Körper fortzuschaffen haben. Für die letztere ist eine grössere Steifheit des Fächers erforderlich, als für die ersteren, deren Fächer beim Fluge weniger stark belastet ist; und die grössere Festigkeit wird nach Prechtl durch die Vergrösserung der Federzahl erreicht — Es mag sein, dass diese Deduktionen für bestimmte Fälle, die Prechtl im Auge hatte, zutreffend sind; ob sie allgemein gültig sind, möchte ich bezweifeln, da der physiologische Wert der inneren, dem Schulterfittich benachbarten, kleinen Armschwingen — und gerade an dieser Stelle scheint die Anzahl der Federn besonders zu schwanken — ein viel geringerer ist, als der der äusseren Fächerfedern. — Sehr richtig hat schon Prechtl aus der Krümmung der Federschäfte nach innen oder gegen den Schulterfittich (Fig. 23) geschlossen, dass beim Flügelschlag die Luft unter dem Fächer nach der Flügelspitze zu abfliesst, und dass dabei ein Druck entstehen muss, welcher die Federn des Fächers nach aussen treibt und gerade streckt. Er fügt hinzu, dass die Kiele der Fächerfedern auch in der Vertikalebene gekrümmt sind, jedoch schwächer, als die Schwungfedern, da die Kraft, welche sie aufwärts zu biegen strebt, verhältnismässig geringer ist. —

Die ganze Fläche des Fächers wird durch die im Ellenbogengelenk unter einem stumpfen Winkel zusammenstossenden Skeletteile des Ober- und Unterarmes so festgehalten, dass sie auch während des Flügelschlages grösstenteils in ihrer supinierten Stellung verharrt, d. h. mit der Unterseite nach vorn sieht. Die Stellung scheint erforderlich zu sein, weil nur so am Fächer ein nützlicher Luftwiderstand entstehen kann; denn die Winkelgeschwindigkeit dieses dem Körper zunächst liegenden Flügelteils ist nicht gross genug, um die Richtung des von vorn kommenden Luftstromes so weit nach unten abzulenken, dass der Druck die Unterseite des Fächers erreichen könnte, wenn dieser z. B. nach vorn geneigt, proponiert wäre. — Die grössere Breite des Fächers und die Zunahme des Neigungswinkels gegen die Schulter hin hat ohne Zweifel die Bedeutung, auch beim Flügelschlage einen gewissen Ausgleich der mechanischen Beanspruchung der Flügelteile zu gewährleisten, so dass alle Flächenstücke eine möglichst gleichmässige Anspannung erfahren, ohne dass die Schwinge allein zu Gunsten des Fächers zu sehr belastet wird.

7. Rückschlag des Flügels beim Ruderfluge.

Wir haben bei den bisherigen Auseinandersetzungen über das Flugorgan der Vögel im wesentlichen immer nur die Wirkungen berücksichtigt, welche der Flügel bei der für die Ortsbewegung offenbar so wichtigen Abwärtsbewegung, dem Tiefschlage auslöst. Es erübrigt daher noch eine wenn auch nur kurze Erörterung über den Rückschlag des Flügels und die etwa vorhandene positive Wirkung des Luftwiderstandes gegen die Oberseite des Flügels.

Der Rückschlag des Flügels hat seiner lokomotorischen Bedeutung nach eine ungleiche Beurteilung erfahren. Nach Cayley, Wenham und Pénaud hat die Hebung des Flügels eine vortreibende Wirkung, während Marey u. a. die Ansicht vertreten, dass eine Beschleunigung der Flugbewegung durch den Rückschlag nicht erfolge. Man unterscheidet eine aktive und eine passive Hebung des Flügels. Die letztere vollzieht sich, wenn der Flügel ohne Zuthun von Muskelkraft durch den Gegenwind emporgehoben wird.

Der aktive Rückschlag kommt unter Mitwirkung der Hebemuskeln des Flügels zu stande. Die Winkelgeschwindigkeit des Flügels ist dann entsprechend grösser, als beim passiven Rückschlag, der Flügel weicht schneller zurück, als ihn der entgegenkommende Wind passiv heben würde. Daher ist beim aktiven Rückschlag die Möglichkeit vorhanden, dass der Flügel einen positiven Luftwiderstand an der Rückseite erfährt. Die lokomotorische Wirkung eines solchen Widerstandes ergiebt sich aus dem Neigungswinkel, den die Flächenteile während des Rückschlages einnehmen. Der Regel nach liegt bei der Flügelhebung der Vorderrand höher als der Hinterrand, der Flügel befindet sich in Supination. Ist dann der Supinationswinkel ein kleiner, so könnte der aktive Rückschlag eine Senkung des Körpers bei geringem Vortrieb zur Folge haben, und dieser Vortrieb würde sich mit der Zunahme des Supinationswinkels bis zu einem Rechten steigern unter gleichzeitiger Abnahme des Niederstriebes.

Die Abbildung 27 stellt nach einer Momentphotographie von Ottomar Anschütz einen Storch dar, der im Begriffe ist, mit starkem Flügelschlag von seinem Neste abzufliegen. Die Schwinge wird in steiler Stellung zurückgeführt; durch eine Drehung in den elastischen Lagern der Kiele ist die Konkavität der Federschäfte jetzt mehr nach vorn und oben gerichtet, und die einzelnen Federn sind weit von einander gespalten. Die Schwinge hat sich jalousieartig geöffnet und gestattet der Luft einen Durchtritt von der dorsalen zur ventralen Seite. Diese Erscheinung ist lange bekannt, und man hat ihr früher eine grosse Bedeutung für das Zustandekommen des Fluges beigemessen, denn, sagte man, indem sich der Flügel ventilartig öffnet, verhindert er einen herabdrückenden Luftwiderstand bei der Hebung des Flügels.

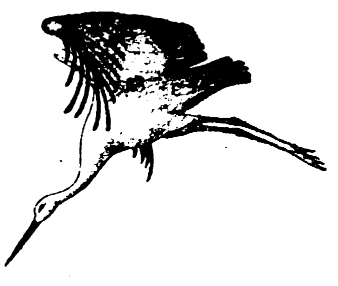


Fig. 27.
Vom Nest abfliegender Storch nach einer Momentphotographie von Ottomar Anschütz. Die Handschwingen sind beim aktiven Rückschlag des Flügels stark nach vorn gebogen.

Besondere Muskeln sind für die Drehung der Schwungfedern um ihre Längsachse nicht vorhanden, diese kommt rein mechanisch zustande. Trifft der Wind auf die Rückseite der breiten hinteren Bärte, so wird er sie, da sie elastisch biegsam sind, herabbiegen. Dadurch werden die einzelnen Fiederlamellen in einen Zustand der elastischen Spannung versetzt. Die Spannung ist negativ, wenn man die Spannung, die der *Nieder*schlag erzeugt, als positiv bezeichnet. Stände nun der einzelne Federkiel fest und undrehbar eingewurzelt in seiner scheidenförmigen Alveole, so würde die Spannung, wie sie durch einen von hinten und oben erfolgenden Widerstand hervorgerufen wird, ein Ausbiegen des Schaftes nach der Seite des geringsten Widerstandes, nämlich nach unten und vorn bewirken. Auf den Körper übertragen, hätte dies Ausbiegen den bereits bezeichneten, entsprechenden lokomotorischen Erfolg. Da aber dieser Effekt, der, wie bemerkt, bei den vorherrschenden kleinen Neigungswinkeln des Flügels im wesentlichen in einer Senkung des Körpers besteht, nicht im günstigen Sinne den Flug beinflusst, so hat die Natur im Flügel einen Mechanismus geschaffen, durch welchen dieser ungünstige Einfluss für gewöhnliche Verhältnisse beseitigt und in extremen Fällen auf ein Minimum beschränkt wird. Das bindegewebige, elastische Lager der Federkiele gestattet bis zu gewissem Grade eine willige Drehung der Federn um ihre Längsachsen, wodurch dann die breiten Abflussspalten für die Luft entstehen, während die Federfahnen sich, so weit es geht, in die Richtung der nach der Unterseite des Flügels abschliessenden Luft einstellen und sich der Wirkung derselben entziehen. Es ist leicht einzusehen, dass der Winddruck, der diese *Torsion* der Schwungfedern um ihren Schaft bewirkt, für die Flugbewegung unschädlich geworden ist. Nur der Ueberschuss desselben, welcher den Schaft der Fieder biegt, wirkt lokomotorisch, doch ist die Richtung dieser Wirkung eine weit günstigere, als es ohne jene Torsion sein würde, denn diese schafft für die Federfahne einen grösseree Neigungswinkel und verstärkt somit den günstigen »Schub« auf Kosten der schädlichen Komponente, die den Vogelkörper sinken lässt.

Die Stärke dieses lokomotorischen Antriebes lässt sich an dem Grade der Biegung und negativen Spannung ermessen, welche die Federschäfte beim Rückschlag des Flügels erfahren (Fig. 27). Doch hat man dabei im Auge zu behalten, dass ja die normale Krümmung der Federschäfte schon durch die blosse Torsion in den elastischen Lagern teilweise nach vorn und oben gerichtet wird. Zweifellos bleibt aber in diesem Falle immer noch eine Spannung der Schwungfedern übrig, die motorisch wirken muss.

Die photochronographischen Aufnahmen Marey's (Fig. 31) zeigen, dass mit dem Rückschlag des Flügels eine Verlangsamung der Geschwindigkeit des Vogels verbunden ist. Marey sieht hierin den Beweis für seine Auffassung, dass der Rückschlag des Flügels niemals vortreibend ist. Genau genommen beweist aber die Photochronographie diesen Satz nicht, sie lässt nur erkennen, dass beim Rückschlag des Flügels kein so grosser Vortrieb zu stande kommt, dass er dem allgemeinen hemmenden Widerstande, den der Vogel erleidet, auch nur das Gleichgewicht halten könnte. Mehr kann die Chronographie nicht beweisen, einen etwa vorhandenen Schub, der *kleiner* ist, als die Hemmung des Luftwiderstandes, der also nur eine geringere Verzögerung der Flügelbewegung zur Folge hätte, gestattet sie nicht zu unterscheiden. Nur der Grad und die Richtung der

Biegung und Spannung des Federmaterials kann hierüber, wie bemerkt, nähere Auskunft geben.

Wahrscheinlich liefert die vervollkommnete Momentphotographie einmal das Material, welches für den Einzelfall die zur definitiven Entscheidung dieser Frage nötigen bestimmten Daten an die Hand giebt. — Im Ganzen ist allerdings der Mechanismus des Flügels vielmehr dazu eingerichtet, einen an seiner Rückseite entstehenden positiven Widerstand zu vermeiden oder lokomotorisch unwirksam zu machen, als ihn zu erzeugen und für den Flug zu verwenden. Nur bei geringem relativen Gegenwinde, im Anfang des Fluges, liegt die Möglichkeit vor, dass durch die aktive Hebung des Flügels, d. h. durch die Kraft des Hebemuskels, ein Widerstand hervorgerufen wird, der eine lokomotorische Wirkung hat.

Die passive Hebung des Flügels. Die passive Hebung des Flügels ohne Mitwirkung der Hebemuskeln, allein durch die Wirkung des Luftwiderstandes, welcher gegen die Unterfläche des supinierten Flügels gerichtet ist, findet im vollen Fluge, d. h. nach erlangter Fluggeschwindigkeit regelmässig statt. Dennoch ist dieser Vorgang nicht ein rein passiver, wie die Drehung einer Windfahne. Allein zur Erhaltung der mehr oder weniger ausgestreckten Form des Flügels sind Muskelkräfte erforderlich, welche der Hebung indirekt zu gute kommen. Aber auch hiervon abgesehen, vollzieht sich die passive Hebung gleichsam angesichts willkürlicher Muskelkräfte, die jederzeit bereit sind, momentan auf den Gang der Hebung modificierend einzuwirken, sei es, dass sie dieselbe direkt beschleunigen oder verlangsamen, oder sie durch Aenderung des Neigungswinkels und der Grösse der Flugflächen beeinflussen. — Bei geringer Stärke des relativen Gegenwindes ist zur Hebung des Flügels die Kraft des Hebemuskels erforderlich, steigert sich der relative Gegenwind, so kann die hebende Komponente des Luftwiderstandes die Wirkung jenes Muskels nach und nach ersetzen und schliesslich die Hebung allein ausführen. Eine weitere Steigerung des relativen Gegenwindes würde eine Beschleunigung der Winkelgeschwindigkeit des zurückschlagenden Flügels bewirken. Soweit diese Beschleunigung des Rückschlages dem Mechanismus und dem Fortgange des Fluges nicht mehr dienlich ist, hat der Vogel die Möglichkeit, sie entweder durch teilweises Zusammenfalten und Verkleinern der Flugfläche zu verringern, oder er kann durch Anspannen des grossen Brustmuskels den Rückschlag hemmen und dadurch den vorhandenen Ueberschuss von Luftwiderstand für den Flug verwerten. —

Wie der Rückschlag des Flügels im Gegensatz zum Tiefschlage steht, so ist auch die Wirkung des Luftwiderstandes auf die Teile des Flügels beim Rückschlag genau entgegengesetzt, wie beim Tiefschlag. War hier stets die Flügelspitze, die Schwinge, der am meisten belastete Teil, so ist es beim Rückschlag die Flügelbasis, der Fächer. Wird nämlich der Flügel durch den entgegenkommenden Luftstrom gehoben, so weicht die Schwinge — worauf schon Marey hingewiesen — vermöge der grösseren Winkelgeschwindigkeit dem hebenden Drucke aus, während der langsamer zurückweichende Fächer, dessen Neigungswinkel noch dazu grösser sind, als die der Schwinge, den weitaus grösseren Teil des hebenden Widerstandes empfängt. — Ähnlich ist es auch bei aktiver

Hebung des Flügels, wenn an der Rückseite desselben ein positiver Luftwiderstand erzeugt wird. Der grösseren Winkelgeschwindigkeit nach würde dann zwar an der Flügelspitze der Widerstand ein grösserer sein, als an der Basis, allein abgesehen davon, dass die Schwinge sich dann ja jalousieartig öffnet und der Luft freien Durchzug gestattet, biegt sie sich oft auch noch im Handgelenk rechtwinkelig zur Fläche des Fächers ab, so dass sie während der stärksten Hebung nur eine minimale Widerstandsfläche der Luft darbietet.

8. Unregelmässigkeiten beim Fluge.

Setzt der Vogel der passiven Hebung seiner Flügel durch den Wind die Kraft des herabziehenden Brustmuskels entgegen, so kann er dadurch den Rückschlag verzögern, oder ihn zum Stillstand bringen, oder endlich bei weiterer Anspannung den Tiefschlag des Flügels bewirken. In jedem Falle — und wie gross auch immer die Kraft sei, welche der Vogel dabei anwendet — bewirkt die Spannung des grossen Brustmuskels an dem Flügel einen lokomotorischen Effekt, der seinem Wesen nach mit der Wirkung des aktiven Flügelschlages übereinstimmt. Diese Wirkung ist, wie wir sehen, im wesentlichen nur abhängig von der Grösse und Richtung des Widerstandes, den die Luft auf die Unterseite des Flügels ausübt, und von der Spannung des grossen Brustmuskels, mit welcher der Flügel diesem Widerstande entgegentritt. Der Flügelschlag dient dann nur dazu, jenen Widerstand, wenn nötig, zu verstärken und ihm eine zweckmässige, von den Unregelmässigkeiten der strömenden Luft unabhängige Wirkung zu geben.

Bei ruhigen Luftverhältnissen wird man zwar aus der wechselnden Schnelligkeit (Frequenz) und Schlagweite (Amplitude) der Flügelbewegung eines Vogels auf die mehr zunehmende oder nachlassende Leistung des Flügelschlages schliessen können, sobald aber die Luft selber bewegt ist, bieten jene Eigenschaften des Flügelschlages kein Mass mehr für die grössere oder geringere Flugwirkung.

Bei kleineren Vögeln namentlich, deren Masse und mechanische Trägheit zu gering ist, um innerhalb der bekannten Unregelmässigkeiten der strömenden Luft einen gleichförmigen Gang des Fluges zu gewährleisten, die also leichter als grosse Vögel durch kleinere Schwankungen der Intensität des Luftwiderstandes beeinflusst werden, müssen schon aus diesem Grunde die Unregelmässigkeiten des Gegenwindes durch genau entsprechende Beschleunigungen und Verzögerungen des Flügelschlages ausgeglichen werden. Grössere Vögel werden zwar infolge der grösseren Trägheit ihrer Masse und der elastischen Biegsamkeit der Flügel von kleineren Intensitätsschwankungen des Gegenwindes nur wenig oder gar nicht beeinflusst, bei böigem Winde aber stehen auch sie sichtbar unter dem Einflusse jener Schwankungen, und der aus der Nähe beobachtete unregelmässige Verlauf ihres Flügelschlages ist eine naturgetreue Darstellung der ungleichförmigen Struktur des Windes.

Ich hatte in letzter Zeit vielfach Gelegenheit, fliegende Störche aus geringer Entfernung zu beobachten, und bei windigem Wetter auf die Unregelmässigkeiten ihrer Flügelbewegung zu achten. Es zeigte sich mit grosser Deutlichkeit, dass jede Zunahme

des Windes mit einer Verlangsamung des Flügelschlages und einer Verringerung des Schlagweite Hand in Hand ging, und dass das Gegenteil eintrat, wenn die Böe abflaute. Bei der mittleren Fluggeschwindigkeit vom Neste zum nahen Jagdrevier vollzogen sich diese Wechsel der Bewegung an beiden Flügeln im ganzen gleichzeitig. Wurde dagegen die Fluggeschwindigkeit beim Herannahen an das Nest oder den Erdboden herabgemindert, so machten sich auch geringere Unterschiede des Luftwiderstandes gegen den einen oder den anderen Flügel durch auffällige Schwankungen des Tieres bemerklich, die jedesmal eine den Ausgleich bewirkende einseitige Flügelbewegung hervorriefen.

Man hat geglaubt, den Vögeln ein aussergewöhnlich feines Tastgefühl der Flügel zuschreiben zu müssen, das sie in den Stand setze, die Unregelmässigkeiten des Windes früh genug zu bemerken, um rechtzeitig die nötigen Gegenmassregeln zu treffen. Die verbreitetsten Hypothesen über das Wesen des Segelfluges schreiben den Vögeln geradezu erstaunliche geistige Fähigkeit zu, allerlei Unregelmässigkeiten, Wirbelbildungen etc. innerhalb der bewegten Luft instinktiv vorher empfinden zu können, und dass sie sich von diesem Vermögen leiten lassen, um solche accessorische Bewegungen aufzusuchen und sie zu dem so rätselhaften Fluge ohne Flügelschlag zu verwerthen.

Für diese hypothetische, durch keine Erfahrungsthatsache bestätigte oder gestützte Annahme lag kein anderer Grund vor, als das Fehlen einer befriedigenden Erklärung für den Segelflug. Nach den Ergebnissen der unten folgenden Untersuchungen bedarf es einer derartigen Annahme nicht mehr. Wenn wir uns bei der Prüfung der Leistungen des fliegenden Vogels nur an die Thatsachen der Beobachtung halten, so kommen wir zu der Einsicht, dass das Mass geistiger Kraft, welches der Vogel zum Fluge aufwendet, keineswegs grösser ist, als für die Ortsbewegung im Wasser und auf dem festen Boden. Der Flug bei ruhiger Luft ist in dieser Beziehung dem Gehen auf ebenem Boden oder dem Schwimmen in ruhigem Wasser vergleichbar, und bei windigem oder stürmischem Wetter mögen mit den physischen Leistungen auch die geistigen gesteigert werden, jedoch nicht mehr als beim Laufen und Springen, oder dem Wandern auf steilem und beschwerlichem Bergpfade, oder wie beim Schwimmen im bewegten Wasser.

Der fliegende Vogel nimmt die Ungleichförmigkeiten der bewegten Luft nicht eher wahr, als bis sie durch Berührung auf ihn einwirken; ebensowenig sucht er sie auf, um sie auszunutzen, denn sie können nur Hindernisse seiner Bewegung sein. Wo er jedoch immer von ihnen überrascht wird, da empfindet er sie durch den Tastsinn seiner Flügel als vorübergehende Aenderungen des Luftwiderstandes. Die Reaktionen aber, welche der Flugapparat zum Ausgleich dieser Aenderungen ausführt, wird man schwerlich anders als Reflexbewegungen nennen können, sofern sie sich nicht als einfache elastische Nachwirkungen darstellen.

Werden die Flügel mit einer bestimmten Muskelspannung dem Flugwinde entgegengehalten (beim Schweb- und Segelflug) oder entgegengeführt (Ruderflug), so muss jede zufällige Verringerung des Winddruckes eine entsprechende Bewegung des Flügels zur Folge haben, der segelnde Vogel wird dann sinken, oder er wird unwillkürlich einen Flügelschlag ausführen, und der Flügel des rudernden Vogels wird seine Bewegung schneller

vollenden. Ebenso wird ja auch, wie Marey experimentel gezeigt hat, der Flügelschlag verlangsamt, wenn sich der Gegenwind verstärkt, und der segelnde Vogel wird durch den stärkeren Druck, sofern er die Flugfläche nicht verändert, stärker gehoben und fortgetrieben und dabei zu grösserem Kraftaufwande gezwungen. So ruft der ungleichförmige Charakter der bewegten Luft selber am Flugapparat die Bewegungen und Spannungsänderungen hervor, die bei hinreichender Stärke wohl geeignet sind, dem Fluge ein unregelmässiges Aussehen zu geben. Es bedarf keines Beweises dafür, dass alle die Unregelmässigkeiten in der Struktur des Windes der Flugbewegung nicht förderlich sind, es sind, wie gesagt, Hindernisse, die der Vogel auf seiner Bahn durch die Luft antrifft, und mit denen er sich wohl oder übel abfinden muss.

9. Vertikale und horizontale Schwankungen.

Der Flügel ist ein im Schultergelenk drehbarer einarmiger Hebel, an welchem die Muskelkraft nahe beim Drehungspunkte angreift. Der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes wechselt seine Lage je nach der relativen Fluggeschwindigkeit und nach der Winkelgeschwindigkeit des Flügelschlages. Denn von diesen Verhältnissen ist die Geschwindigkeit und der Stosswinkel der den Flügel treffenden Luftteilchen abhängig, und diese wiederum bedingen die wechselnde Verteilung des Luftwiderstandes am Flügel, wie oben gezeigt wurde.

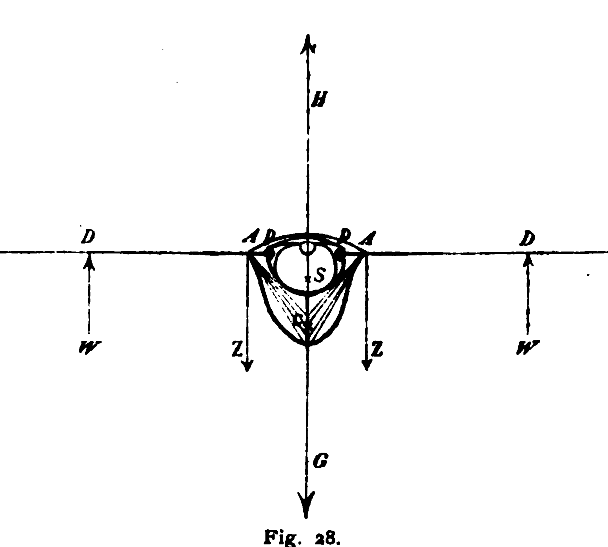


Fig. 28.

In der schematischen Fig. 28 eines Vogelquerschnittes möge S den Schwerpunkt, C den Ursprung (punct. fix.) und A den Anheftungspunkt (punct. mobil.) des grossen Brustmuskels bedeuten und D den Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes WD vorstellen. Die Kontraktion der beiden Flugmuskeln AC bewirkt dann in A jederseits einen nach unten gerichteten Zug AZ und in C einen entgegengesetzt gerichteten Hub, der durch die Strecke SH dargestellt sein möge. Für den Fall des freien Schwebens hält der Hub SH dem Körpergewicht SG*) genau das Gleichgewicht, und es ist auch

*) Unter Körpergewicht ist hierbei nur derjenige Teil desselben zu verstehen, welcher nicht von den Flugflächen des Rumpfes und des Schwanzes getragen wird, denn nur dieser kann als Gegengewicht des Muskelzuges in Frage kommen.

das auf das Schultergelenk P als Drehungspunkt bezogene Moment des Muskelzuges AZ gleich und entgegengesetzt dem des Luftwiderstandes, also:

$$AZ \cdot AP = WD \cdot DP.$$

Wird nun durch gesteigerte Muskelanspannung und stärkeren Luftwiderstand das Moment des Muskelzuges und des Luftwiderstandes vergrössert, so wird auch der Hub SH grösser, als die Schwerkraft SG, und der Körper wird gehoben.

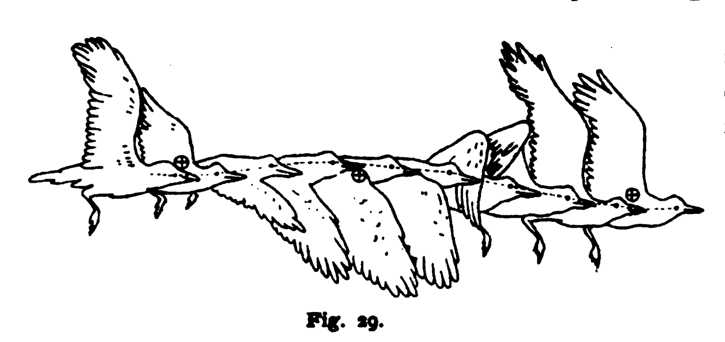


Fig. 29.

Bei grossen Vögeln von langsamem Flügelschlage folgt auf die durch den Tiefschlag erzeugte Hebung des Körpers eine den Rückschlag begleitende Senkung. So entstehen die Schwankungen, wie sie bei Möven so deutlich zu sehen sind. Durch die photochronographischen Aufnahmen Marey's ist es gelungen, diese vertikalen Oscillationen des Vogelkörpers zu registrieren (Fig. 29) (vol. d. ois. p. 100). Ist die Hebung des Körpers, die den Tiefschlag des Flügels begleitet, grösser als die Senkung während des Rückschlages, so steigt die Flugbahn empor, im anderen Falle sinkt der Vogel; beim horizontalen Fluge halten sich Hebung und Senkung das Gleichgewicht und die Flugbahn nimmt die Gestalt einer regelmässigen Wellenlinie an. Nach Marey sind die vertikalen Schwankungen im wesentlichen auf die extremen Körperteile beschränkt, sodass etwa das Auge des Vogels eine viermal so grosse Vertikalverschiebung erfährt, als der Schwerpunkt des Vogels. Unter genauer Erwägung endlich,



Fig. 30.
Der Drehungspunkt D des Flügels liegt beim geradlinigen Fluge (1.) im Schultergelenk; bei vertikalen Schwankungen des Körpers (2.) wandert er entsprechend gegen die Flügelspitze.

welche Verschiebung der Schwerpunkt erfährt, wenn der Vogel die Flügel hochhebt oder senkt, kommt Marey zu dem Schluss, dass trotz der sichtbaren Schwankungen des Vogels der Schwerpunkt sich auf einer geradlinigen Bahn (Trajectorium) fortbewegt, dass also der Schwerpunkt mit der Hebung der Flügel um etwa ebensoviel gehoben wird, als der

Körper sich sichtbar senkt, während die Senkung der Flügel eine Senkung des Schwerpunktes zur Folge hat, die der allgemeinen Körperhebung an Ausschlag gleichkommt.

Die vertikalen Schwankungen liegen als solche nicht im Interesse der translatorischen Bewegung des Vogels, wenn sie auch namentlich beim Abflug grosser Vögel unvermeidlich sind. Man könnte sie daher als ein notwendiges Uebel bezeichnen. Jede einzelne der rhythmischen Hebungen des Vogels hat auch eine Hebung des niederschlagenden Flügels zur Folge, sodass beim Tiefschlag die Flügelbasis statt einer nützlichen Senkung eine schädliche oder wenigstens indifferente Hebung erfährt und der eigentliche Drehungspunkt des Flügels sich von dem Schultergelenk gegen die Flügelspitze verschiebt. (Fig. 30.)

Bei Vögeln, welche kürzere Flügel besitzen, und die sich daher eines schnelleren Flügelschlages bedienen, treten die Schwankungen nicht in die Erscheinung, da der Zeitraum zwischen zwei Flügelschlägen zu kurz ist, um eine sichtbare Einwirkung der

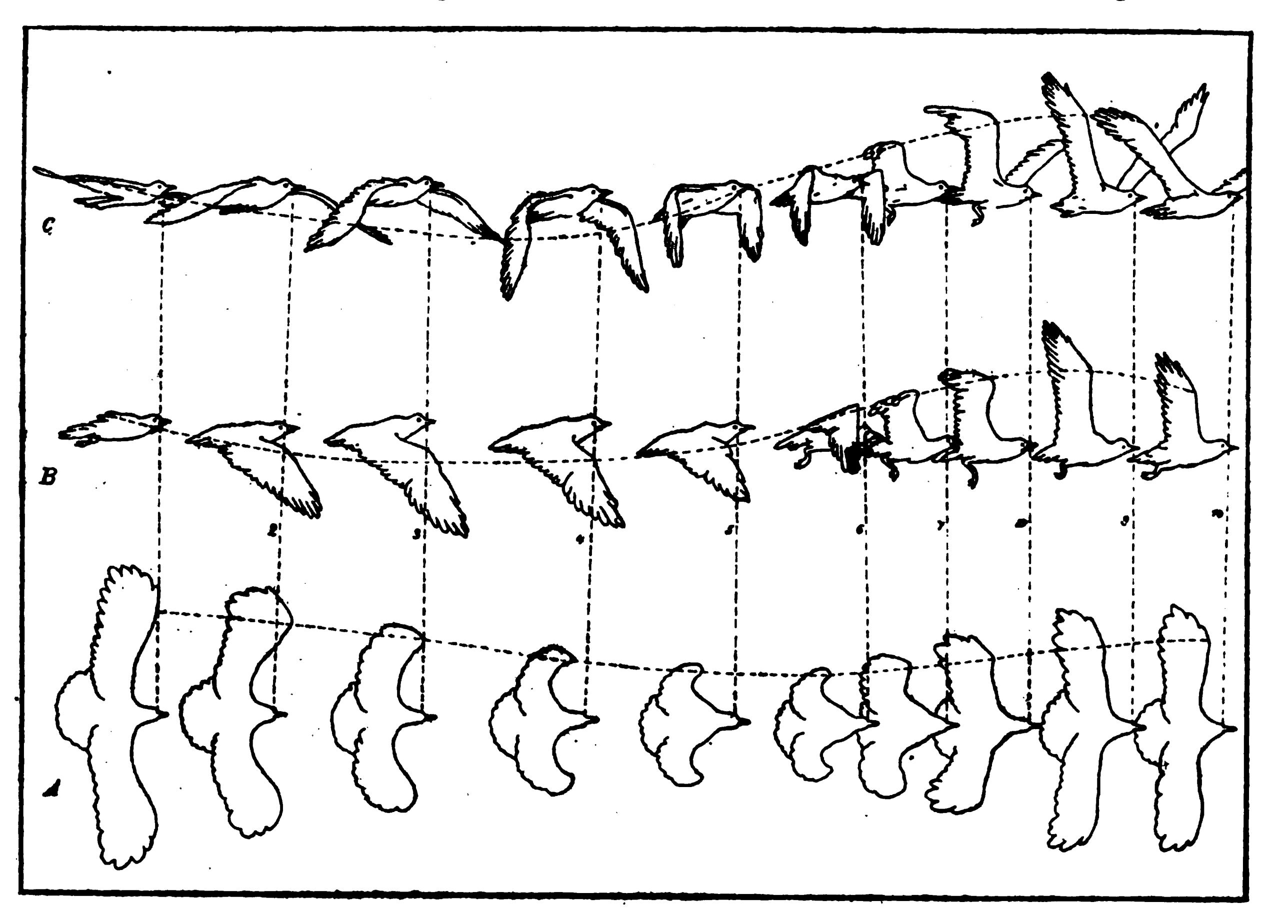


Fig. 31.

Synoptische Abbildung der aufeinanderfolgenden Stellungen einer fliegenden Möve; A. von oben, B. von der Seite, C. von vorn gesehen. Die Abstände zwischen den vertikalen Linien zeigen die ungleiche Fluggeschwindigkeit während der Senkung und Hebung der Flügel (nach Marey).

Schwere, ein deutlich erkennbares Sinken während der Flügelhebung zuzulassen. Der kurze, schnell bewegte Flügel der Rudervögel hat also in dieser Beziehung einen gewissen Vorteil vor dem langen und langsam schlagenden der echten Segler voraus.

Da jeder Tiefschlag des Flügels eine Beschleunigung der translatorischen Flugbewegung zur Folge hat, jede Hebung dagegen mit einer Verzögerung verbunden ist, so stehen den vertikalen Schwankungen des Körpers horizontale Oscillationen der Fluggeschwindigkeiten gegenüber. Marey hat vermittelst der Photochronographie auch diese interessanten Verhältnisse festlegen können, wie es in der vorstehend abgedruckten, seinem Werke entlehnten Tafel in so vorzüglicher Klarheit dargestellt ist.

10. Erhaltung des Gleichgewichts im Fluge.

Unter den wenigen älteren Anwendungen, welche das auf den Luftwiderstand übertragene hydrodynamische Gesetz Avanzini's in der Mechanik des Fluges erfahren hat, ist eine bemerkenswert, welche sich bei Marey (Vol des oiseaux pag. 305—307) findet. Der berühmte französische Physiologe knüpft an eine Beobachtung Mouillard's (L'empire de l'air. 1887 pag. 227) an, nach welcher beim Schweben der grossen Raubvögel die Haltung der Flügel mit der grösseren oder geringeren Fluggeschwindigkeit geändert wird. Bei den Vögeln, welche mit Langsamkeit ohne Flügelschlag kreisen, werden die Flügel weit ausgebreitet und in der Weise gehalten, dass sie einen nach vorn offenen stumpfen Winkel bilden, in dessem Grunde der Kopf erscheint (Fig. 32). Andere Vögel dagegen, welche schneller, oder in gerader Linie gegen den Wind schweben, tragen ihre Flügel nach hinten, sodass sie einen nach hinten offenen stumpfen Winkel bilden. (Fig. 33).

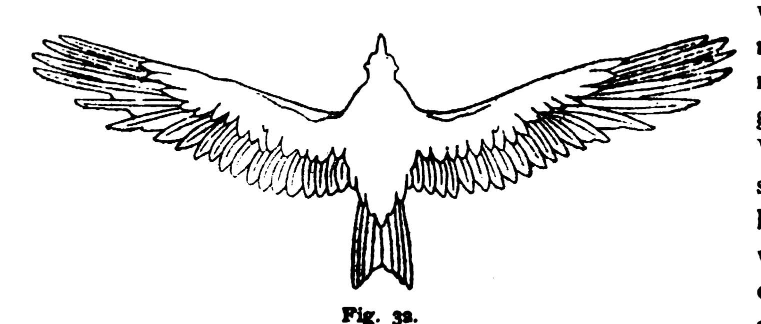


Fig. 32.

Nach de Louvrié (L'aéronaute 1876) hat nun diese veränderte Flügelhaltung den Zweck, eine Störung des Gleichgewichtes des fliegenden Vogels zu beseitigen, welche durch eine dem Avanzini'schen Gesetze gemäss stattfindende Verschiebung des Widerstandsmittelpunktes der Flügel veranlasst wird. De Louvrié und Marey sind nämlich der Meinung, dass nach dem genannten Gesetze der Widerstandsmittelpunkt um so mehr gegen den vorderen Flügelrand verschoben werde, je grösser die Fluggeschwindigkeit

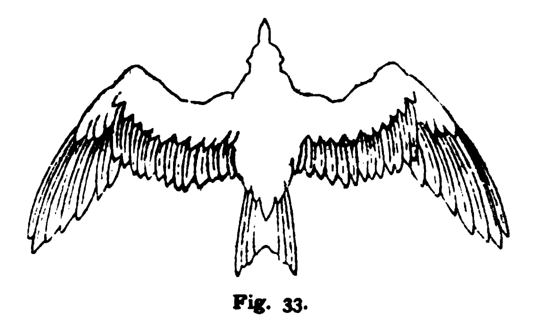


Fig. 33.

sei. Der Vogel müsse demnach notwendig nach hinten übergeworfen werden (culbuté en arrière), wenn er die Flügel nicht zurücknehme. **Marey** fügt hinzu, dass die Wiederherstellung des Gleichgewichtes auch noch durch den nach Art eines Vertikalsteuers wirkenden Schwanz geschehe, oder endlich durch eine bei gewissen Arten übliche Verlängerung des Halses. »Der Reiher trägt beim gewöhnlichen Fluge den Hals zurückgebogen und den Kopf zwischen den Schultern; wird er aber verfolgt, so streckt er den Hals nach vorn und gewinnt an Geschwindigkeit.« (vergl. Fig. 34.)

Diese ganze Schlussreihe kann nun nicht aufrecht erhalten werden, da sie eine misverständliche Auffassung des Avanzini'schen Gesetzes zur Voraussetzung hat. Es findet nämlich nach diesem Gesetze mit zunehmender Geschwindigkeit (Stärke des Gegenwindes) zwar eine Verschiebung des Widerstandsmittelpunktes der Flugflächen statt, *aber nicht gegen den vorderen Flügelrand, sondern gegen den Mittelpunkt (Schwerpunkt) der Fläche, also nach hinten.* Wenn aber hierdurch eine Störung des Gleichgewichtes bedingt wird, so wird dieselbe durch das Zurücklegen und Anziehen der Flügelspitzen noch vergrössert, da der Mittelpunkt des hebenden Luftwiderstandes hierdurch noch weiter aus seiner normalen Lage verschoben wird. Mit der erfolgten Verkleinerung und Umgestaltung der Flugfläche (Fig. 33) in eine solche, deren vorderer Rand kürzer, und deren in der Flugrichtung gemessene Demension grösser ist, als beim langsam schwebenden Vogel (Fig. 32), — ist nach den Ergebnissen der **Langley**'schen Experimente, eine Verringerung des gesamten hebenden Luftwiderstandes an den Flügeln verbunden. Hiermit würde aber das gestörte Gleichgewicht keineswegs wieder hergestellt, sondern nur noch mehr beeinträchtigt werden, wenn nicht gerade durch die grössere Geschwindigkeit eine so bedeutende Steigerung des Gesammtwiderstandes hervorgerufen würde.

Bekanntlich wird allgemein angenommen, dass die Zunahme des Widerstandes dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist. Diese Zunahme ist bei dem ausgestreckten, langen und schmalen Flügel (Fig. 32) grösser, als bei dem etwas eingezogenen, kürzeren und breiteren (Fig. 33), der noch dazu durch Uebereinanderschieben der Federn in seinem Flächeninhalt verkleinert ist*). Wenn also ein Vogel beim Schweben, Segeln oder Gleiten seine Flugflächen in solcher Weise verändert, so verringert er dadurch den Luftwiderstand und zwar sowohl den nützlichen, wie den schädlichen. Allein mit dem Heranziehen der Flügelspitze ist auch die Beseitigung des Schrankenrandes und eine Abflachung des ganzen Flügels verbunden, der Vogel kann daher jetzt jene günstigen kleinsten Neigungswinkel der Flügel verwenden, bei denen das Verhältnis des nützlichen zum schädlichen Widerstande ein weit besseres ist, als vorher. Und der hebende Luftwiderstand kann den weniger stark entfalteten Flügel leichter in die vortreibende Lage spannen, als den voll ausgebreiteten. (siehe S. 25, Fig. 10).

---

*) Bei den Versuchen **Langley's** wurde ein Paar rechteckiger Tafeln von 18" Vorderrandlänge und 4" Breite bei einem Neigungswinkel von 10^0 vom Winde getragen, wenn derselbe eine Geschwindigkeit von etwa 13,6 m hatte. Bei Anwendung eines anderen Tafelpaares von gleichem Inhalt, gleichem Gewicht und gleicher Neigung, dessen Vorderrand 6" und dessen Breite 12", musste die Windstärke auf etwa 19,6 m, also um die Hälfte gesteigert werden, um die Tafel schwebend zu erhalten.

Wollte der Vogel das Uebermass der Hebung ausgleichen, das bei zu grosser Geschwindigkeit am voll ausgebreiteten Flügel auf den vorderen Körperteil einwirkt, so könnte dies natürlich nur durch Herabdrücken der Steuerfedern geschehen, sodass auch der hintere Körperteil in demselben Masse wie der vordere gehoben würde. Aber hiermit ist notwendig eine Verringerung der Vorwärtsgeschwindigkeit des Vogels verbunden, da die nach Art eines Drachen wirkende Steuerfläche des Schwanzes steil geneigt werden muss und dadurch eine dem Sinus dieses grösseren Neigungswinkels entsprechende, grössere hemmende Widerstandskomponente hervorgerufen wird.

Man hat oft Gelegenheit, diese Art der Herstellung des Gleichgewichts zu beobachten, wenn man sieht, wie bei frischem Winde Krähen an der Spitze eines Kirchturms oder um den Knopf einer hochstehenden Fahnenstange ihre Landungsmanöver ausführen. Die vergeblichen Versuche, festen Fuss zu fassen, sind allemal mit einem Emporschweben verbunden, weil in dem Augenblicke wenn der Vogel die Füsse herablässt, die Windwirkung an den noch ausgebreiteten Flügeln das Gleichgewicht des Körpers aufzuheben im Begriff ist, sodass das Tier automatisch das Steuer herabdrückt: so wird der Vogel momentan gehoben und ein wenig mitgerissen, bis er durch aktiven Flügelschlag wieder seine Vorwärtsbewegung gegen das erstrebte Ziel aufnimmt.

Im letzten Winter sah ich in der Nähe der Aussenalster bei böigem, stürmischem Wetter Nebelkrähen mühsam gegen den Wind anfliegen. Streckenweise suchten die Tiere die Kraft des Windes zum müheloseren Segeln ohne Flügelschlag auszunutzen, wurden aber dann bei jedem heftigen Windstoss in die Höhe gehoben und so mehr oder weniger in ihrer Vorwärtsbewegung gehemmt, sodass der Flug einen völlig unsteten Charakter annahm. Der Stoss des Windes traf die Flügel und strebte momentan den Vorderkörper um die durch den Schwerpunkt gehende Querachse des Körpers zu drehen und aufzurichten, sofort erfolgte nun, so erkläre ich den Vorgang, ein energisches Herabschlagen des Schwanzsteuers, so dass nun auch die hinter dem Schwerpunkte liegende Masse des Köpers gehoben wurde. Die Flugverzögerung war eine Folge des am Steuer zur Wirkung kommenden grösseren Hemmungswiderstandes, und auch des vorübergehend mit dem Windstoss gesteigerten allgemeinen Reibungswiderstandes der ganzen Körperoberfläche.

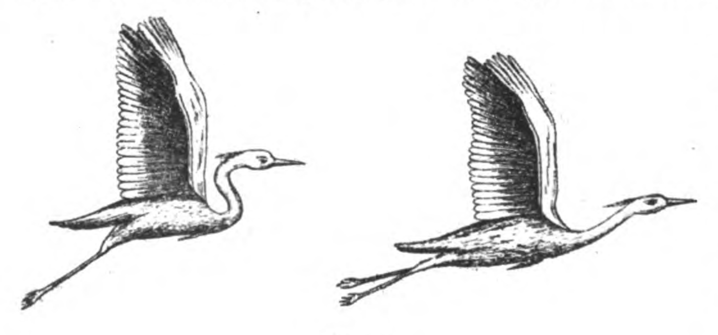


Fig. 34.

Dass auch die Haltung des Kopfes für die Erhaltung des Gleichgewichtes des Körpers in der Fluglage von grosser Bedeutung ist, bedarf keiner Bestätigung. Viele Vögel, wie die Kraniche, Schwäne, Gänse und Enten, tragen während des Fluges den Kopf dauernd weit nach vorne gestreckt, wie sie die Beine nach hinten strecken. Wenn

aber ein Reiher, der sich verfolgt sieht, den Kopf zwischen den Schultern herausnimmt und so weit nach vorne hält, als die Länge des Halses gestattet (Fig. 34), so ist es gewiss weniger um eine schon vorhandene Störung des Gleichgewichts zu beseitigen, als vielmehr um das vorhandene Gleichgewicht des langsamen Fluges dergestalt umzuändern, dass der schnellere Flug möglich wird. Der Schwerpunkt wird dadurch weiter nach vorne verlegt*); und damit nun ein Ueberkippen nach vorn nicht erfolgt, ist ein grösserer Aufwand von hebender und vortreibender Flügelarbeit erforderlich.

11. Flugflächen des Rumpfes und des Schwanzes.

Müllenhoff hat mit Recht darauf hingewiesen, dass das Gewicht eines fliegenden Vogels nicht ausschliesslich durch die Flügel getragen werde, sondern dass dabei auch die Flugflächen des Rumpfes und des Schwanzes beteiligt sind. Der Anteil dieser Flächen darf jedoch nicht überschätzt werden und ist auf keinen Fall nach dem einfachen Verhältnis der Flächeninhalte gegenüber dem der Flügel zu ermessen. Nimmt man auch für die Bauchfläche nur deren Projektion auf eine horizontale Ebene, etwa das Schattenbild des schwebenden Vogels, so ist klar, dass diese Fläche nicht in gleicher Weise tragen kann, wie ein gleich grosser Flügel, denn dieser ist nach unten konkav, die Rumpffläche dagegen konvex. Die keilförmig nach unten vorspringende Bauchfläche (Fig. 28) *zerteilt* die Luft, der hohle Flügel dagegen *hält sie zusammen* und *zwingt sie zum Widerstande.* Dass thatsächlich die Luft gegen eine hohle Fläche stärkeren Widerstand leistet, als gegen eine ebene oder konvexe, ist seit langem bekannt. Auf dieser Beobachtung beruht z. B. die Konstruktion des Robinson'schen Schalenkreuzes der Anemometer. Den Geschossen, welche die Luft mit möglichst wenig Widerstand durchschneiden sollen, giebt man vorn eine konvexe Oberfläche. Für den Vogelflug haben erst die Untersuchungen O. Lilienthal's**) die Ueberlegenheit hohler gewölbter Flächen über ebene nachgewiesen.

Auch die Schwanzfläche ist trotz ihrer oft recht beträchtlichen Entfaltung als Flugfläche nicht gleichwertig mit echten Flügelflächen. Der Umstand allein, dass ein Vogel durch den Verlust des Schwanzes nicht wesentlich am Fliegen verhindert erscheint, lässt auf die untergeordnete Rolle desselben als Flugfläche schliessen. Da der Schwanz *beweglich* mit der Masse des Körpers verbunden ist, so ist, falls an ihm überhaupt ein nützlicher Luftwiderstand zur Entfaltung kommen soll, eine Muskelkraft oder -Spannung erforderlich, welche die Schwanzfläche der Einwirkung der bewegten Luftteilchen fest entgegenhält. Die hierzu vorhandenen Muskeln des Bürzels zeigen durchweg nur eine

*) Im Grunde liegen hier dieselben Verhältnisse vor, wie beim Gehen und Laufen. Die Einleitung des Gehens besteht in einer Verschiebung des Schwerpunktes nach vorn, wie sie beim Beginn des Marsches einer exerzierenden Abteilung nach erfolgtem Avertissementskommando so auffällig in die Erscheinung treten kann. Jedermann legt sich dann »vorn herein«, und wenn das Ausführungskommando nicht präcise erfolgt, so stürzt wohl einmal ein schlecht stehender Soldat vorzeitig aus dem Gliede hervor. — Jede Beschleunigung des Marschtempos beginnt mit einer weiteren Vorschiebung des Schwerpunktes.

**) O. Lilienthal, Der Vogelflug etc.

mässige Entwicklung, die keinen Vergleich mit der Flügelmuskulatur zulässt. Beim gewöhnlichen Ruderfluge liegen die Steuerfedern des Schwanzes meist unentfaltet dicht neben einander; der Schwanz wird dann passiv in der Fluglinie des Vogels nachgeschleppt, ohne dass er in bemerkbarer Weise am Tragen der Last des Körpers beteiligt zu sein scheint. In anderen Fällen sieht man aber, dass die Tiere die Schwanzfedern zu einem breiten Fächer energisch auseinanderziehen. Dann ist die Mitwirkung des Organs augenscheinlich. Kleine Vögel, wie die Sperlinge, welche intermittierend rudern und gleiten, entfalten in den Perioden des Flügelschlages den Schwanz und legen beim Gleiten die Steuerfedern wieder zusammen. Beim Kreisfluge der Tauben oder wenn diese Tiere aus der Luft annähernd senkrecht herabschweben, ist der Schwanz weit entfaltet. Man erkennt dabei leicht, wie die Schwanzfläche bald um die Längsachse, bald um die Querachse kräftig gedreht wird, und wie der Flug durch diese Thätigkeit beeinflusst wird.

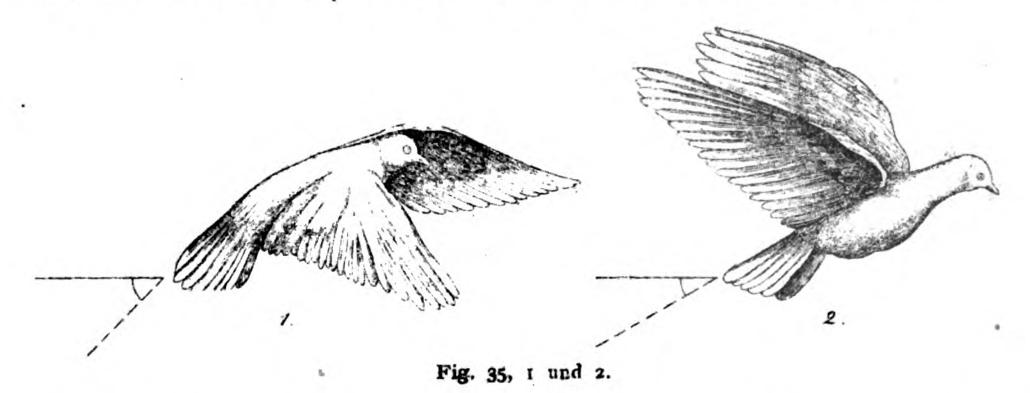


Fig. 35, 1 und 2.

Die in Fig. 35 dargestellten Bilder einer fliegenden Taube, sind nach Momentaufnahmen Marey's angefertigt und einer Serie von 10 in einer Sekunde aufgenommenen Photogrammen entlehnt. Die Taube fliegt schräg herab. Man sieht, wie mit der Senkung des Flügels (1.) eine steilere Stellung des Steuers Hand in Hand geht, und dass bei der Hebung der Flügel (2.) auch eine geringe Hebung des Schwanzes erfolgt. Die aktive Mitwirkung des Schwanzes ist also beim Herabfliegen der Taube, wenn es darauf ankommt die Beschleunigung der Schwere durch eine verzögernde Wirkung des Flugapparates auszugleichen und zu übertreffen, eine ganz augenfällige. Auch beim Anfluge und bei einer Hebung der Flugbahn, namentlich auch beim kreisenden Segelfluge grosser Vögel ist die thätige Mithulfe des Steuers unverkennbar. Da jedoch der Schwerpunkt des Vogels sehr nahe bei dem Ansatze der Flügel liegt, so ist auch diese Arbeit des Schwanzes nur eine geringe. Dies entspricht der wenig entwickelten Muskulatur des Steuers.

Für den Fall des horizontalen Fluges muss das statische Moment des am Schwanze und an den übrigen, hinter der Vertikalebene des Schwerpunktes liegenden Flugflächen entwickelten hebenden Luftwiderstandes gleich dem der Flügel und der anderen vorderen Flugfläche sein. Ist (Fig. 36) R die Resultante des Hubes an der vorderen, und r die der hinteren Körperhälfte und S der Schwerpunkt, so muss, wenn a und A die ent-

sprechenden Abstände der Angriffspunkte dieser Resultante vom Schwerpunkte bedeuten:

R · a = r · A sein.

Einseitige Aenderungen des Hubes, wie sie durch Vergrössern oder Einziehen, Heben oder Senken der Flügel oder. des Schwanzes, sowie durch Aenderung der Neigungswinkel hervorgerufen werden, haben natürlich eine vertikale Drehung d. Systems um den Schwerpunkt zur Folge. Das Zusammenlegen oder Emporheben des Schwanzes hat ein Sinken der hinteren Körperhälfte oder ein Aufrichten der Längsachse des Körpers zur Folge, und das Gegenteil tritt ein, wenn der Schwanz plötzlich entfaltet und herabgedrückt wird.

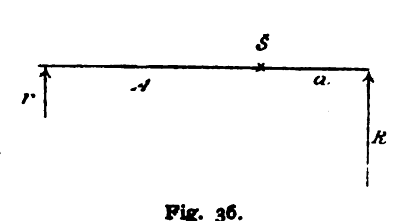


Fig. 36.

Eine auf der Hand sitzende Taube entfaltet und senkt augenblicklich ihren Schwanz, wenn man ihr den Kopf emporhebt; senkt man dagegen ihren Kopf, so schnellt der Schwanz ebenso rapide in die Höhe (Marey). Die Bewegungen machen durchaus den Eindruck des Unwillkürlichen, Reflexiven; man kann daher annehmen, dass auch beim Fluge die geringste Störung des Gleichgewichtes momentan und unwillkürlich durch eine geeignete Bewegung des Steuers ausgeglichen wird. Hält man einen Vogel so in der Hand, dass die Längsachse senkrecht steht, oder neigt man ihn stark vorn über, so beginnt er augenblicklich mit den Flügeln zu schlagen, um die normale Lage wieder herzustellen. Diese Bewegungen sind ebenso unwillkürlich, wie das Vorschnellen des Beines bei einem Menschen, den ein Druck in den Rücken aus seiner vertikalen Stellung bringt.

Wenn ein Vogel nach Verlust seiner Steuerfedern noch weiterfliegt, ohne eine Einbusse am Flugvermögen erkennen zu lassen, so ist doch der Mangel des Schwanzes dabei nicht gleichgültig. Die Längsachse des Vogels wird dann mit der Flugbahn einen grösseren Winkel bilden, da der hintere Körperteil nicht mehr wie vorher vom Schwanze mitgetragen wird. Der Schwerpunkt wird also weiter nach vorne verschoben, und dadurch werden die Flügel entsprechend stärker belastet. Die Flügel müssen also vikariierend für den fehlenden Schwanz eintreten. Wenn daher durch diese notgedrungene Vereinigung von Aufgaben, die normalerweise auf verschiedene Organe verteilt sind, das Flugvermögen im Ganzen nicht bemerkbar beeinträchtigt wird, so geht damit doch eine grössere Beanspruchung der Brustmuskulatur Hand in Hand.

Bei manchen Vögeln ist der Flugapparat von Haus aus nicht mit einem Schwanzsteuer ausgestattet; so bei den Enten, dem Storch, Kranich, Flamingo und anderen. Hier wird also auch normalerweise die Funktion des Schwanzes von den Flügeln übernommen, sofern nicht etwa die nach hinten gestreckten Beine einen gewissen Ersatz für den Schwanz bilden.

Im allgemeinen wird man die Bedeutung des Schwanzes für den Flug an der Grösse und Gestalt der Steuerfläche ermessen können, wobei natürlich die langen und weichen, fahnenartigen Zierfedern, wie sie in der Familie der Hühner, der Paradiesvögel etc. auftreten, ausser Rechnung bleiben müssen. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass diese Gebilde gänzlich indifferent für den Flug wären. (Zuspitzung des Hecks am Schiff.)

Steuerflächen von dachartiger Gestalt (Fig. 35), oder solche die im ausgebreiteten Zustande unterwärts konkav sind, müssen in ihrer Wirkung solchen von gleichem Flächeninhalt überlegen sein, deren Unterseite eben oder konvex ist. Im Einzelnen fehlt es bis jetzt an experimentellen Bestimmungen über die Wirksamkeit der verschiedenen Formen, welche am Steuer der Vögel in Anwendung kommen, doch unterliegt es keinem Zweifel, dass ein gut entwickelter Schwanz, wie er bei den Tauben, der Gabelweihe, den Falken, Kuckucken und so vielen anderen Vögeln ausgebildet ist, wohl geeignet erscheint, einen Teil des Körpergewichts zu tragen, und somit die Flügel in etwas zu entlasten.

Der Flügelschlag, den die Brustmuskeln erzeugen, ist nur nach unten gerichtet, aber in Folge des eigenartigen Baues des Flügels trägt er nicht nur, wie zu erwarten, das Gewicht des Vogels, indem er sich auf die Luft stützt, sondern er erteilt ihm auch eine Vorwärtsgeschwindigkeit. Je stärker der Schlag, der Druck des Flügels auf die Luft, desto grösser der Erfolg, der tragende sowohl, wie der vorwärtstreibende. Die Stärke des Flügelschlages hat ihre natürliche Grenze an der Leistungsfähigkeit der Muskeln und an dem Körpergewicht, welches den Muskeln gleichsam als »festen Punkt« dient. Ist der Schlag zu heftig, so sinkt nicht der Flügel nieder, sondern der Körper hebt sich, wie der des Turners, der sich in den Ringen nicht nur schwebend hält, sondern empor stemmt. Es wird also in diesem Falle beim Fluge ein Teil der Muskelkraft direkt in Hebearbeit umgesetzt, statt in horizontal translatorische. Indirekt kann der Vogel durch jedesmaliges Herabsinken von der gewonnenen Höhe auch eine entsprechende horizontale Beschleunigung erlangen, aber es treten dabei notwendig Verluste ein, und der Flug wird schwankend, ungleichmässig verlaufend. Wie die Ladung eines Schiffes oder der Ballast erst die Anwendung der Segel möglich macht, indem sie ein Gegengewicht gegen den seitlichen Winddruck bilden, der das Schiff zu kentern strebt, so ist auch die Masse des Flugtieres, das Gewicht, unentbehrlich, denn es sichert den stabilen Verlauf des Fluges und bildet das feste Gegengewicht gegen den am losen Flügel angreifenden Muskelzug. Es leuchtet ein, dass der so bezeichnete Nutzeffekt des Körpergewichts um so geringer werden muss, je grösser der Teil desselben ist, der von der hinteren Bauch- und Schwanzfläche getragen wird.

II. Teil.

Der Flug ohne Flügelschlag.

1. Einleitung.

Wohl alle Vögel sind im Stande, ihren Körper zeitweilig mit ruhig gehaltenen Flügeln in der Luft zu tragen und fortzubewegen.

Die Flügel sind dabei mehr oder weniger weit entfaltet. Der grosse Raubvogel, der in der hohen Luft seine Kreise zieht, der Storch, die herabschwebende Krähe haben ihre Flügel bis zur äussersten Grenze ausgebreitet; der herabstossende Falke hat sie scharf angezogen, so dass sie nur wie schmale, abstehende Leisten zur Seite des Körpers liegen, gleich Schienen, oder seitlichen lenkbaren Kielen, auf denen der Vogel sicher und glatt durch die Luft gleitet; und die kleinen Singvögel pflegen, wenn sie weitere Strecken zurücklegen, nach einer Periode des schnellen Flügelschlages ihre Flügel gänzlich einzuziehen und so wie ein Pfeil durch die Luft fortzuschiessen, jederzeit bereit, durch teilweises Entfalten der Flügel die Flugbahn zu bestimmen.

Diese Unterschiede zeigen uns, dass die Mitwirkung der Flügel und besonders des grossen Brustmuskels, welcher die Flügel der Luft entgegenhält, bald mehr, bald weniger zur Unterhaltung des Fluges ohne Flügelschlag in Anspruch genommen wird, am wenigsten beim periodischen *Pfeilflug* kleiner Vögel, am meisten beim andauernden Segeln grosser Vögel.

Wie gross nun immer der Luftwiderstand und die Muskelspannung sein mag, deren sich der Vogel bei dieser Flugart bedient: die nächstliegende Wirkung des Widerstandes auf den Flügel ist prinzipiell keine andere als beim Ruderflug, denn immer ist dieser Wiederstand schräg von vorn gegen die Unterseite des Flügels gerichtet und lässt sich demnach in eine abgleitende, nicht wirksame und eine normal zur Fläche gerichtete, wirksame Komponente zerlegen, wie es weiter oben geschehen und näher besprochen ist. Welche Bewegung nun aber diese wirksame Widerstandskomponente an der mit den Flügeln fest verbundenen Masse des Vogels hervorruft, oder wie es kommt, dass diese Komponente den Vogel mehr oder weniger tragen, heben und fortbewegen kann, — das hängt im wesentlichen noch mit von den übrigen Kräften ab,

welche, wie die Schwerkraft oder die lebendige Kraft, als potentielle oder kinetische Energie gleichfalls beim Fluge die Masse des Vogels beherrschen.

Der Vogel bewegt sich selbstverständlich in der Richtung der Resultante *aller* beim Fluge wirksamen Kräfte. Sind die Kräfte im Einzelfall alle nach Richtung und Stärke bekannt, so ist damit auch die Flugbewegung a priori bestimmt. Umgekehrt ist eine gegebene Form der Flugbewegung als befriedigend erklärt zu betrachten, wenn der Nachweis geführt ist, dass sie das notwendige Resultat des Zusammenwirkens aller nachweislich vorhandenen, wirksamen Flugkräfte ist. So ist der Ruderflug das Erzeugnis der Wechselwirkung zwischen Schwerkraft und Muskelkraft. Die Kraft der Flugmuskeln erzeugt vermittelst des in seiner Einrichtung und Wirksamkeit wohlbekannten unsymmetrischen Flügels in dem Medium Luft einen Widerstand, der ihr als Stützpunkt dient, einerseits um die Masse des Körpers zu tragen und zu heben und damit die Wirkung der Schwerkraft (das Fallen) zu verhindern oder zu übertreffen, andererseits um die Trägheit der Masse zu überwinden und ihr eine Beschleunigung zu erteilen, durch welche alle hemmenden Widerstände beseitigt und eine nahezu konstante Flugbewegung bewirkt wird. Mit anderen Worten könnte man auch sagen: das Gewicht des Körpers dient als fester Ankerpunkt für den Zug des Flugmuskels, welcher den beweglichen Flügel derart gegen die widerstandleistende Luft drückt und spannt, dass die Resultante dieses Widerstandes nach vorn und oben gerichtet ist, d. h. dass sie den Vogel hebt und forttreibt.

Dabei ist die Stellung des Vogels so gedacht, dass die Längsachse horizontal liegt. Allein diese Stellung ist keineswegs unabänderlich, wie die Lage der Teile innerhalb des Flugapparates, oder wie die Richtung der Schwerkraft. Daher hat zwar die Resultante des Luftwiderstandes, den der Flugapparat hervorruft, immer annähernd dieselbe Lage im Vergleich zur Längsachse des Vogels, aber nicht zur Schwerkraftrichtung. Wenn also der Vogel seine Längsachse emporrichtet oder abwärts neigt, so bildet auch die Resultante des Luftwiderstandes mit der Richtung der Schwere entsprechend grössere oder kleinere Winkel, d. h. sie wirkt mehr im hebenden oder mehr im vortreibenden Sinne. Ist bei einer gewissen Steigung der Längsachse die Resultante des Widerstandes genau entgegengesetzt der Schwerkraft gerichtet, so ist damit theoretisch die Stellung erreicht, bei welcher die ganze Muskelkraft zur Hebung verwendet wird, wie es thatsächlich beim stationären *Rüttelflug* der Fall ist. Die entgegengesetzte Stellung, — bei welcher die Resultante des Widerstandes in die Richtung der Schwerkraft fällt, der Flügelschlag also nur vortreibend wirkt und keine hebende Wirkung hat, — wird, soweit mir bekannt, nur von grossen Raubvögeln angewandt, um die im Herabstossen erlangte Geschwindigkeit noch zu vergrössern.

Der Flug ohne Flügelschlag unterscheidet sich wesentlich dadurch vom Ruderfluge, dass dabei die Flugmuskeln keine äussere Arbeit verrichten. Sie befinden sich zwar, wie wir sahen, in dem Zustande einer mehr oder weniger starken Spannung, die mit einem durch die Ernährung zu ersetzenden Kraftverbrauche verbunden ist, aber sie führen keine rhythmischen Kontraktionen, keine sichtbaren Bewegungen aus, sondern setzen, wie ein starres Band, ihrer Streckung durch den am Flügel angreifenden Winddruck einen die

Bewegung des Flügels verhindernden Widerstand entgegen. Die Muskelkraft wird dabei indirekt zur Ablenkung des auf die Unterseite des Flügels stossenden Luftstromes verbraucht; aber diese Ablenkung würde ebensogut von statten gehen, wenn der Muskel durch ein zugfestes, straffes Band oder eine knöcherne Sperrvorrichtung ersetzt wäre. Dass die Natur dem Vogel keine solche passive, jeden auch inneren Kraftaufwand vermeidende Einrichtung verliehen hat, könnte auf den ersten Blick als unzweckmässig erscheinen; aber ganz abgesehen davon, dass derselbe Flügel ja auch zum aktiven Flügelschlage verwendet wird, erfordert der Flug ohne Flügelschlag, dass sich der Flügel in der willkürlichen Gewalt des Flugmuskels befinde, da allein schon wegen der Ungleichförmigkeit des Flugwindes der Vogel in der Lage sein muss, jederzeit den Luftwiderstand durch Flügelschlag aktiv zu verstärken, oder durch Zurücklegen der Flügel zu verringern.

Wenn nun im allgemeinen während des Fluges ohne Flügelschlag die Flugmuskulatur keine treibende Kraft entwickelt, so fragt es sich, woher die Kraft kommt, die diese Flugbewegung hervorruft und unterhält.

Zur Beantwortung dieser Frage haben wir die beiden Hauptformen des Fluges ohne Flügelschlag auseinander zu halten; den Gleit und Schwebflug und den Segelflug.

2. Der Gleit- und Schwebflug.

In der einfachsten Form tritt uns diese Flugart in der vorhin als *Gleitflug* oder *Pfeilflug* bezeichneten wurfähnlichen Bewegung kleiner Vögel entgegen. In einer vorhergehenden Periode lebhaften Flügelschlages erwerben die Tiere eine grosse (horizontale) Geschwindigkeit, mit welcher sie, nachdem sie die Flügel eingezogen haben, pfeilartig durch die Luft gleiten. Hierbei bietet ihr Körper der Luft eine minimale Widerstandsfläche, sodass die vorhandene lebendige Kraft des Vogels verhältnismässig lange genügt, die Hemmungen des Luftwiderstandes zu überwinden. Der Schwerkraft wirkt nur der positive und negative Winddruck an den Bauch- und Rückenflächen sowie am Schwanze des Vogels entgegen, sodass der Schwerpunkt des Körpers auf einer flachen, parabelähnlichen, ballistischen Kurve fortschreitet. Durch Wiederentfalten der Flügel und den Beginn des erneuten Flügelschlages wird der Pfeilflug abgeschlossen, um alsbald von neuem zu beginnen. Die meist geringe Fallhöhe des Vogels in den Perioden des Pfeilfluges wird in den Perioden des Ruderfluges wieder aufgeholt, sodass die ganze Flugbahn eine wellenförmige Gestalt hat. Man hat daher diese Flugart auch treffend als **Wellenflug** bezeichnet. (s. Fig. 37). Die ansteigenden Teile der Wellenlinie sind dabei gewöhnlich kürzer und steiler, als die sinkenden; die Ruderperioden also kürzer als die Gleitperioden. In den Ruderperioden nimmt die Fluggeschwindigkeit zu, in den Pfeilflugperioden nimmt sie ab.

Ziehen die Vögel am Ende der Ruderperioden ihre Flügel nicht völlig ein, sondern halten sie mehr oder weniger weit entfaltet, so ist die Bewegung ein Schweben, wie man es bei Störchen, Reihern, Möven und anderen grosseren Vögeln *periodisch*, bei vielen Vögeln *gelegentlich* beobachtet.

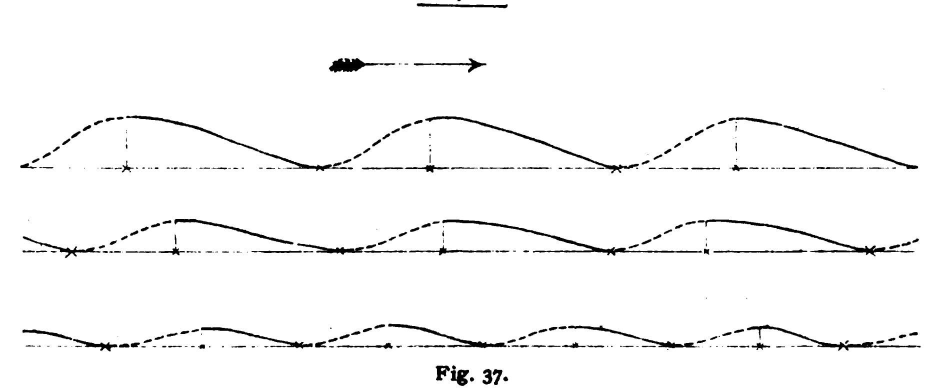


Fig. 37.
Verschiedene Bahnen des Wellenfluges. Flugrichtung nach rechts. Die punktierten Abschnitte bedeuten die Perioden des Ruderfluges, die anderen stellen die Gleitperioden dar. Die beiden oberen Wellenlinien sind unsymmetrisch und von ungleicher Höhe; die untere ist symmetrisch.

Wie beim Gleitflug, so wird auch bei diesem Schwebfluge die Bewegung durch die vorher durch Flügelschlag gewonnene lebendige Kraft unterhalten, bis diese nach und nach unter Verringerung der Fluggeschwindigkeit so weit erschöpft ist, dass eine neue Ruderperiode einsetzen muss. Der Unterschied gegenüber dem Pfeilflug liegt darin, dass beim Schwebpfluge nicht nur die Flugflächen des Rumpfes, sondern auch die Flügelflächen dazu beitragen, den im allgemeinen schwereren Körper am Herabsinken zu hindern.

Die Flügel erfahren dabei wie gewöhnlich stehende Drachenflächen einen der Schwere entgegengerichteten hebenden, und einen die Flugbewegung verzögernden, der lebendigen Kraft entgegengesetzten Widerstand. Soweit es sich um kleine Neigungswinkel der Flügel handelt, ist der hemmende Widerstand bekanntlich weit geringer, als der hebende. Die Neigungswinkel sind aber nicht konstant so klein, wie bei Beginn der Schwebperiode, denn einesteils sinkt (wie bei den Flugfischen, die sich dieser Flugart ausschliesslich und auf weite Strecken bedienen) mit abnehmender Fluggeschwindigkeit das hintere Körperende ein wenig herab, sodass mit der Lagenänderung der Körperlängsachse auch der Neigungswinkel der Flugflächen gegen den Wind vergrössert wird; anderenteils kann der Vogel wahrscheinlich auch durch aktive Steuerung der Flügel die Neigungswinkel willkürlich so vergrössern, dass trotz der Abnahme der Fluggeschwindigkeit die hebende Komponente des Luftwiderstandes ausreicht, der Schwerkraft möglichst das Gleichgewicht zu halten.

Durch das Einsetzen der Flügel wird somit der Schwebflug im Gegensatz zum Gleitflug vor der sichtbaren Wirkung der Schwere mehr und mehr bewahrt, der Vogel sinkt wenig oder gar nicht in den Schwebperioden, und die wellenförmige Flugbahn nimmt nahezu die Gestalt einer geraden Linie an. Ich beobachtete einen so fliegenden Storch, der in den Ruderperioden je 8 bis 16 Flügelschläge ausführte. Die Abnahme der Fluggeschwindigkeit gegen Ende der Schwebperioden glaube ich bestimmt bemerkt zu haben. Die Flugbahn aber machte von unten seitswärts gesehen den Eindruck einer geraden, horizontalen Linie. Ob sie sich bei rein seitlicher Beobachtung doch noch als flache Wellenlinie erweisen würde, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Von besonderem Interesse **ist die Frage, warum sich denn die Vögel eines intermittirenden Fluges bedienen,** ***warum sie nicht statt des sehr ungleichen Kraftaufwandes in den einzelnen Perioden einen ruhigen, gleichmässigen Ruderflug mit langsamen Flügelschlägen ausführen.***

Die gleichförmige Kraftausgabe hat vor der periodischen, stossweisen im allgemeinen ihre grossen Vorzüge. Aber man wird nicht fehlgehen in der Annahme, dass in diesem Falle die Nachteile der periodischen Ausgabe ihre Vorteile überwiegen. Nehmen wir den Fall, dass die Ruderperioden zeitlich eben so lang sind, als die Schwebperioden. Was würde geschehen, wenn die Flügelschläge gleichmässig über beide Perioden verteilt wären, wenn also der Flügelschlag durchschnittlich mit der halben Geschwindigkeit ausgeführt würde? — Hierzu ist folgendes zu bemerken.

Ein Vogel, der mit ausgebreiteten Flügeln ohne Flügelschlag und ohne zu sinken horizontal und geradlinig durch die Luft schwebt, erfährt an seinen Flügeln, die dabei stets in gewöhnlicher, supinierter Drachenstellung verharren, nur einen hebenden und einen hemmenden Luftwiderstand. Wie gross auch immer die Geschwindigkeit des Vogels und des horizontalen Flugwindes sei: eine vorwärtstreibende Resultante des Luftwiderstandes kann an den Flügeln unter den angegebenen Bedingungen nicht zu Stande kommen. Der Flügel bleibt immer in supinierter Stellung; die Spitzen mögen sich flatternd in die horizontale Ebene der Flugbahn einstellen, je grösser die Geschwindigkeit des Flugwindes, desto kleiner werden die Neigungswinkel des Flügels gegen ihn. Soll aber der Flugwind die Möglichkeit haben, Teile des Flügels in die pronierte, nach vorn übergeneigte und daher vortreibende Stellung zu biegen, so darf er nicht genau der Flugrichtung entgegen gerichtet sein, sondern er muss dieselbe von vorn unter spitzen Winkeln schneiden. (Fig. 38 III α.)

Um dies zu erreichen, stehen dem Vogel beim geradlinigen Fluge nur zwei Mittel zur Verfügung, entweder er muss mit ruhig ausgebreiteten Flügeln sinken, und so die Schwerkraft für den Vortrieb benutzen — wovon weiter unten die Rede sein wird —, oder er muss den Flügeln allein durch aktiven Flügelschlag u. Muskelkraft eine genügend starke Abwärtsbewegung erteilen. Für den vorliegenden Fall trifft das Letztere zu. Bei sehr grosser Fluggeschwindigkeit od. bei starkem Flugwind, wo der Flügel schon eine ähnliche Stellung hat wie in Fig 38 II, genügt schon ein geringer Flügelausschlag, um die gewünschte Ueberneigung der Triebspitzen des Flügels zu bewirken; bei geringerer Fluggeschwindigkeit, die den Flügel nicht so weit an die Horizontalebene spannt, bedarf es für den Zweck eines entsprechend stärkeren Flügelschlages. Die Beobachtung zeigt nun, dass hierzu die Schlagfrequenz geeignet ist, welche der Vogel in den Ruderperioden

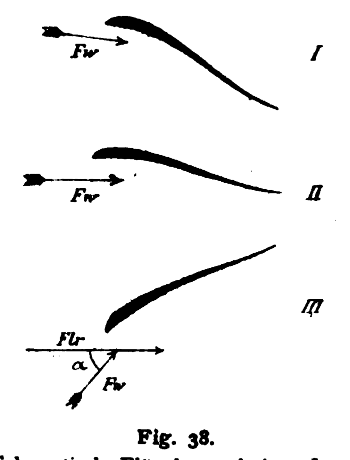


Fig. 38.
Schematische Flügelquerschnitte. I und II beim ansteigenden und horizontalen Gleitfluge; III beim sinkenden Gleitfluge und beim Flügelschlag. Fw. Flugwind, Flr. Flugrichtung.

anwendet. Diese Schlagfrequenz ist sicher nicht die maximale, welche der Vogel gegen starken Wind und auf der Flucht anwendet. Der intermittierende Flug ruft stets, namentlich wenn er von grossen Vögeln ausgeführt wird, den subjektiven Eindruck hervor, dass er eine bequeme, nicht mit grossen Anstrengungen verbundene Flugart ist. Man darf daher annehmen, dass die vom Vogel angewandte Schlagfrequenz eher eine minimale, als eine maximale ist, zumal auch jedes Tier durch einen instinktiven Sparsamkeitstrieb angehalten wird, mit seiner Kraft haushälterisch umzugehen.

Unter diesen Verhältnissen kann darüber wohl kaum noch ein Zweifel bestehen, dass eine Verringerung der angewendeten Schlagfrequenz um die Hälfte nicht genügend ist zur Erzeugung eines (hinreichenden) Antriebes nach vorn, und dass eine gleichmässige Verteilung der Flügelschläge über beide Perioden des Rudergleitfluges demnach ungeeignet wäre, einen gleich günstigen lokomotorischen Effekt hervorzurufen. Wir kommen also zu dem Resultat, dass *der abwechselnde Rudergleitflug* (und ebenso der Ruderschwebflug) *eine Flugart ist, welche dem Vogel gestattet, mit im ganzen minimalem, aber periodisch und mit starker Spannung geleistetem Kraftaufwande einen horizontalen Flug von verhältnismässig geringer oder mittlerer Geschwindigkeit auszuführen.* Um eine grössere mittlere Fluggeschwindigkeit zu erreichen, wird der Vogel die Schweb- oder Gleitperioden durch Wiederbeginn des Flügelschlages abkürzen müssen oder endlich zum ausschliesslichen Ruderfluge übergehen, der ihm bei maximaler Muskelspannung auch die grösste erreichbare Fluggeschwindigkeit erteilt.

Bei manchen Vögeln scheint der Ruderflug niemals durch regelmässige Schweb- und Gleitperioden unterbrochen zu werden. Hier gelangen anscheinend die Flügel leichter in die zur Erzeugung eines vortreibenden Widerstandes geeignete Stellung, sodass auch bei dem mit möglichst geringer Muskelkraft ausgeführten Fluge die Kraftausgabe eine gleichmässige sein kann. —

Wir haben bisher den Schwebflug nur in soweit der Betrachtung unterworfen, als die zu seiner Unterhaltung erforderliche treibende Kraft vorher durch die Arbeit der Flugmuskeln, durch Flügelschlag erworben war. Aber wie beim Gleitflug, so kommt auch hier in vielen Fällen die Schwere als bewegende Kraft hinzu.

Wir haben gesehen, wie die vertikalen Schwankungen der wellenförmigen Flugbahn dadurch hervorgerufen werden, dass der Vogel in den Ruderperioden ansteigt, während in den Gleit- oder Schwebflugperioden neben der verzögerten Horizontalbewegung des Vogels eine mehr oder weniger deutliche Fallbewegung einhergeht. Hierbei erteilt die Schwerkraft der Masse des Vogels eine Beschleunigung nach unten, die er alsbald vermittelst seiner Flügel in horizontale Flugbeschleunigung umsetzt. Denn indem der Vogel schräg herabsinkt, erfährt er einen von vorn und unten kommenden Luftwiderstand, welcher, da er nicht mehr horizontal gerichtet ist (Fig. 38 III, Flw.), den Flügel leicht in die vortreibende Stellung spannen kann. Die Vorwärtsbewegung, welche von der lebendigen Kraft des Vogels unterhalten wird, erfährt demnach im vorliegenden Falle einen weiteren Antrieb durch die Schwerkraft. Was der Vogel dabei durch die Fallbewegung an Höhe verliert, das gewinnt er, mit anderer Einheit gemessen, an horizontalem Wege. Den

Höhenverlust aber muss er in den nächsten Ruderperioden durch höheren Einsatz von Muskelkraft wieder einholen. Er hat hiernach keinen Vorteil von den vertikalen Schwankungen des Wellenfluges, eher könnte man die dadurch bewirkte Verlängerung der Bahn als einen Nachteil bezeichnen.

Der Grund dieser Einrichtung ist natürlich im Flugapparat zu suchen. Die Flügel der betreffenden Vögel sind allem Anscheine nach so gebaut, dass sie unter der aktiven Spannung der Flugmuskeln eine besonders für die Hubwirkung günstige, supinierte Stellung einnehmen, während die pronierte Triebstellung bei jedem Flügelschlag erst nach Aufwand eines den ganzen Vogel nicht nur tragenden, sondern auch emporhebenden Quantums von Muskelkraft erreicht wird. Nach den grösseren oder geringeren Schwankungen der Wellenbahn würde man danach auf einen mehr oder weniger hubkräftigen Flügel der betreffenden Vögel schliessen können. Dass die Hebung beim Wellenfluge nicht jedesmal willkürlich und absichtlich vom Vogel herbeigeführt wird, um etwa die vorhergegangene Senkung wieder aufzuheben, sondern dass umgekehrt die Senkung erfolgt, um die unvermeidliche Hebung über die mittlere Fluglinie wieder auszugleichen, dafür spricht die Thatsache, dass gerade die Vögel, deren Wellenflug am stärksten auf und ab schwankt, auf den sinkenden Strecken Pfeilflug anwenden. Wäre das Sinken nicht notwendig zum Ausgleich der jedesmal vorhergehenden, unvermeidlichen Hebung, so würden es die Tiere leicht durch Uebergang zum Schwebflug mit entfalteten oder teilweis entfalteten Flügeln verhindern können.

Uebrigens möge auch das Folgende beachtet werden. Beim stark schwankenden Wellenfluge wird jedesmal in der Ruderperiode ein gewisses Quantum Flugkraft zur Hebung verwendet, oder mit andern Worten in Form von potentieller Energie für die nachfolgende Gleitperiode aufgespeichert und erst während des Gleitens und Sinkens in kinetische Energie umgewandelt; der Rest der Kraft treibt den Vogel nach vorn und steht grösstenteils als lebendige Kraft oder kinetische Energie ohne weiteres für die Gleitperiode zur Verfügung. Bei dem mehr geradlinigen, horizontalen Ruderschwebfluge dagegen wird durch den Flügelschlag jedesmal die ganze Flugkraft für die Gleitperiode in Form von kinetischer Energie aufgespeichert. Der Vogel erhält hier also jedesmal einen stärkeren Geschwindigkeitszuwachs, während dort die Fluggeschwindigkeit im Ganzen gleichförmiger bleibt. Wollten die kleineren, leichten Vögel, welche den hochgehenden Wellenflug fliegen, den gestreckteren Flug grösserer Vögel ausführen, so müssten sie ihrer geringen Masse und des bedeutenden Hemmungswiderstandes wegen*) bei jeder Ruderperiode eine geradezu schussartige Beschleunigung erwerben, und der Flug würde mit seinem beträchtlichen Geschwindigkeitswechsel einen durchaus unruhigen, zuckenden Charakter bekommen.

Der Wellenflug ist also ein Mittel, dessen sich kleinere Vögel mit Vorteil für die horizontale Ortsbewegung bedienen, und der ihnen ermöglicht, mit geringem Kraftaufwande und annähernd gleichmässiger Geschwindigkeit den Flug zu unterhalten.

*) Das Nähere über die Hemmung wird beim Segelflug erörtert werden.

Bei grösseren Vögeln werden die starken vertikalen Schwankungen des Wellenfluges vermieden, weil hier ein Aufspeichern der für die Schwebperioden nötigen Kraft nicht in Form von Höhe oder potentieller Energie einzutreten braucht, da der grösseren Masse der Tiere wegen schon eine geringe Flugbeschleunigung hinreicht, um jene Kraft in Form lebendiger Kraft oder kinetischer Energie zur Verfügung zu stellen.

Wir haben oben bemerkt, dass der Schwebflug nicht nur in den regelmässigen Perioden des Wellenfluges vorkommt, sondern dass man ihn gelegentlich auch sonst noch bei vielen, wenn nicht allen fliegenden Vögeln beobachten kann. Der Storch, der sich vom Neste auf ein nahes Feld begiebt, die Taube, die vom Dachrande niederfliegt, der Segler, der sich zum Fluge in die Luft hinabstürzt, der Sperling, der sich von einem Zweige nahebei auf die Erde herablässt, der herabstossende Falke, die Krähen und die meisten anderen Vögel beim Anlanden: alle bedienen sich in den abwärts gerichteten Strecken zeitweise des Schweb- oder Gleitfluges.

Aus der Haltung, welche die Flügel dabei einnehmen, lässt sich erkennen, dass hier der Schwebflug den verschiedensten Flugzwecken dienstbar gemacht wird.

Wenn zu Beginn der Abwärtsbewegung ein Falke mit mehr oder weniger eingezogenen Flügeln sich herabstürzt, so ist ihm diese Bewegung das Mittel, ohne eigne Arbeit, nur auf Kosten der Höhe seines Standpunktes und durch die Wirkung der Schwerkraft eine grosse Fluggeschwindigkeit und lebendige Kraft zu erwerben. Vielleicht benutzt er einen Teil dieser Kraft, um sich durch Stoss seiner Beute zu bemächtigen; vielleicht vergrössert er alsbald Neigungswinkel und Flächen seiner Flügel, um mit der erlangten lebendigen Kraft horizontal fortzuschweben; vielleicht auch lässt er sich mit straff entfalteten Flügeln durch dieselbe Kraft in einem gewaltigen Schwunge wieder bis nahe zu dem früheren Standpunkte emporheben, um alsbald das Flugspiel von neuem zu beginnen.

Bei der Falkenjagd, welche nach Brehm noch heute in Afrika und bei mehreren Völkern Asiens ausgeübt wird, beobachtete man genau den Verlauf des Kampfes zwischen Raubvogel und Beutetier und hatte besondere Bezeichnungen für die einzelnen Episoden desselben und für jedes Flugmanöver des jagenden und des gejagten Vogels. Marey macht darüber nach einem kleinen Buche von Hubert (Observation sur le vol des oiseaux de proie. Genève 1784) u. a. die folgenden Mitteilungen:

Durch Flügelschlag steigt der Falke in der Richtung gegen den Wind schräg empor (carrière); zuweilen auch unterbricht er den Anstieg, um eine Strecke weit horizontal mit dem Winde zurückzukehren (degre), und beginnt dann von neuem den Aufstieg, so dass die Fluglinie im Zickzack aufwärts geht (Fig. 39). Marey meint, das geschehe, um die schwere Arbeit des Anstieges einzuteilen, da die »degrés« einer Erholungspause gleichkommen. Dies ist wohl richtig, aber in manchen Fällen mag auch das Bestreben möglichst steil über der Abflugstelle und in der Nähe des jagdbaren Vogels emporzukommen, die Veranlassung zu dieser Form der Anstieglinie sein. Ist die Höhe erreicht, so beginnt

der Angriff, bei dem sich der Falke fast nur des Schweb- und Gleitfluges bedient. Mit angezogenen Flügeln stösst er auf die Beute herab (chute), die durch eine geschickte

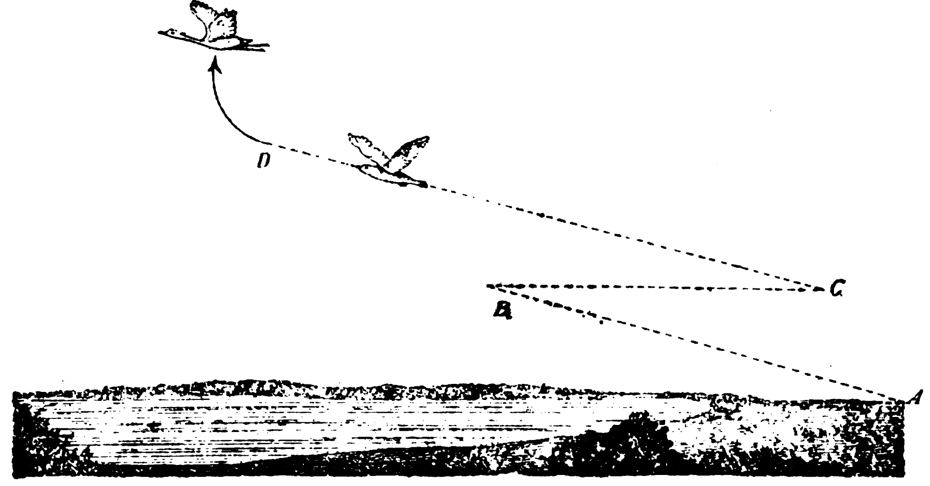


Fig. 39.
Steigende Fluglinie eines Falken auf der Beize. AB, CD Anstieg (carrière), BC. Stufe (degré). Von A bis D Ruderflug, von D ab Gleitflug und Stoss von unten (pointe) gegen den gejagten Vogel.

Wendung seitlich oder nach unten ausweicht (esquivade). Ein momentanes Aufrichten der Flugflächen genügt, um den Falken gleitend fast bis zur vorher innegehabten Höhe auffahren zu lassen (ressource von resurgere), worauf nach kurzem Rütteln ein neuer Gang (passade) mit Stoss und Auffahrt erfolgt, bis das Beutetier zu Boden gestürzt und kampfunfähig gemacht ist.

Die dem Buche Hubert's entlehnte Figur 2 Mareys, welche die von einem Jagdfalken während des Kampfes zurückgelegte Flugbahn darstellt, ist fehlerhaft, da sie z. B. in einzelnen Passaden den Vogel in der Ressource höher steigen lässt als er vorher herabgestossen ist, was ohne Flügelschlag unmöglich ist. Ich möchte sie daher durch die folgende Fig. 40 ersetzen, die diese und andere Ungenauigkeiten vermeidet.

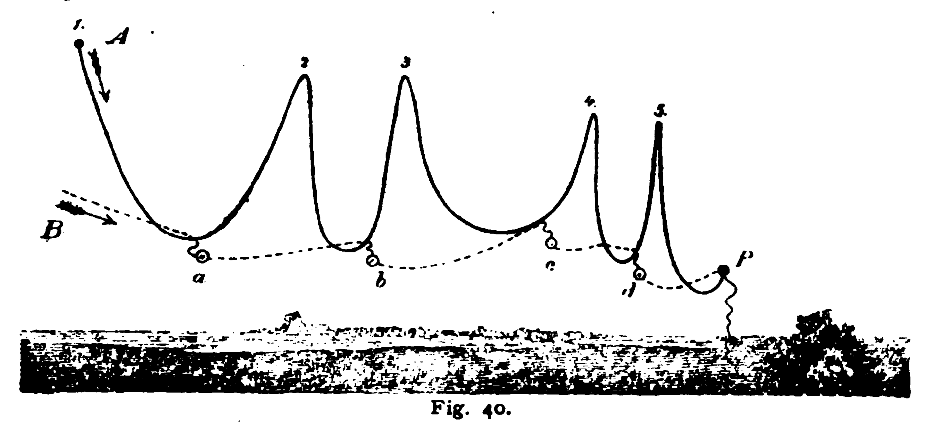


Fig. 40.
Schema der Fluglinie auf einer Reiherbeize. AP Bahn des Falken, BP Bahn des Reihers. Bei den Zahlen 1 bis 5 beginnen die Stösse des Falken, denen der Reiher bei a bis d ausweicht. Bei P ergreift der Raubvogel die Beute.

Hat der Falke nach und nach zu viel Höhe verloren, um noch kräftig genug herabstossen zu können, so wird er durch eine neue kurze Periode des Flügelschlages höher emporsteigen und damit die frühere Stosskraft wiedergewinnen. Immer ist es hierbei die Schwerkraft, die dem Falken die zur Auffahrt (ressource) nötige lebendige Kraft überträgt. Gewiss wird auch zwischen den einzelnen Stössen Flügelschlag angewandt.

Zuweilen aber, wenn der Falke während seines Anstieges (carrière) dicht unterhalb des gejagten Vogels angekommen ist, benutzt er auch wohl direkt die durch kräftigen Flügelschlag gewonnene Geschwindigkeit, um mit einer »pointe« den Vogel von unten zu spiessen (brousser). Er geht dann plötzlich vom Ruderfluge zum ansteigenden Schwebfluge über, indem er die Flügel wie zu einer Auffahrt (ressource) orientiert.

Aehnliche nach oben gerichtete Schwebstösse wie die Falken führen auch die Schwalben, Rotschwänzchen, Fliegenschnäpper und andere kleine Vögel aus, die sich von fliegenden Insekten nähren. Sehr oft ist dies bei den Schwalben (Fig. 41) zu beobachten; im schnellsten Fluge stossen sie blitzschnell empor, halten dann die Flügel weit entfaltet aber steil in die Höhe, so dass sie fast senkrecht herabsinken.

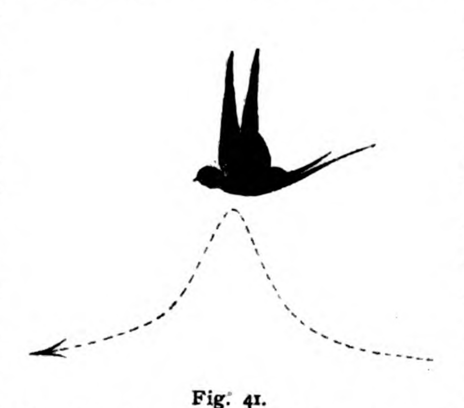


Fig. 41.
Schwalbe, die nach einem Hochstoss mit aufgerichteten Flügeln steil herabschwebt.

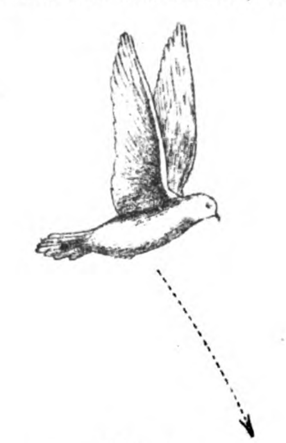


Fig. 42.
Steil herabschwebende Taube.

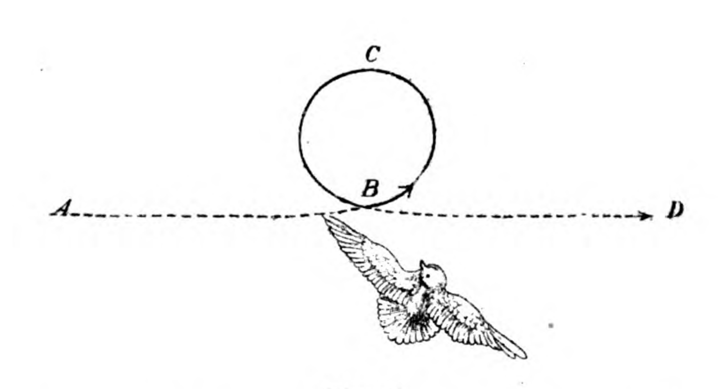


Fig. 43.
Aufrechte Schleife aus der Flugbahn der Purzeltaube. AB und BD Ruderflug, die Schleife Schwebflug, bei C wendet der Vogel vorübergehend den Rücken gegen den Erdboden.

Auch die Tauben sieht man oft mit hoch gehaltenen Flügeln (Fig. 42) ohne Flügelschlag in der Luft fast senkrecht herabschweben. Sie hindern durch diese Flügelstellung die vortreibende Spannung und Wirkung derselben und verringern damit auch deren Tragkraft, da die Flügel wie die Flächen eines Keiles, dessen Schneide die konvexe Bauchfläche ist, die Luft durchschneiden.

Höchst seltsam und vollendet ist die Form, in welcher der aufwärts gerichtete Schwebflug gelegentlich von der Purzeltaube ausgeführt wird. Diese Abart der Haustaube hat ihren Namen danach erhalten, dass die Tiere während des Ruderfluges zuweilen so kräftig mit den Flügeln nach vorn schlagen, dass sie sich unmittelbar darauf nach rückwärts überschlagen, d. h. in einem kurzen Gleiten eine volle vertikale Schleifenlinie durchfliegen (Fig. 43).

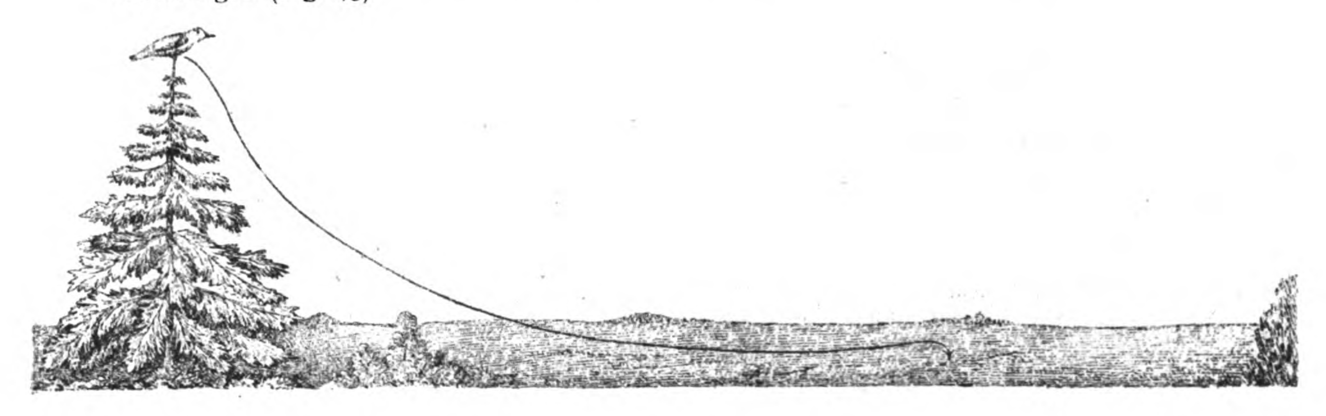


Fig. 44.
Gleitlinie einer Krähe. Die im absteigenden Ast der Kurve erlangte Fluggeschwindigkeit wird im horizontalen Teil verbraucht. Das untere Ende der Bahn ist stets gegen den Wind gerichtet, zuweilen mit schwach ansteigender Tendenz.

Ueberall, wo eine Schwebbewegung nach abwärts beginnt, ist sie zunächst eine gleichförmig beschleunigte, bis bei einer gewissen Geschwindigkeit der Luftwiderstand gleich dem Körpergewicht geworden ist. Von diesem Zeitpunkte an bleibt die Geschwindigkeit konstant. Erfolgt nun eine Verkleinerung des Neigungswinkels oder des Inhalts der Flugflächen, so vollzieht sich der weitere Abwärtsflug unter steilerem Winkel und mit grösserer Geschwindigkeit. Wird dagegen die Flugfläche oder ihr Neigungswinkel vergrössert, so verläuft die Fluglinie alsbald horizontal oder aufwärts, und die Geschwindigkeit wird allmählich geringer und schliesslich auf Null reduziert. Dies ist der Grund, warum der horizontale oder emporstrebende Gleitflug so vielfach angewandt wird, eine vorhandene Fluggeschwindigkeit zu vernichten und *den Flug abzubrechen*. Die meisten Vögel bedienen sich dieses Mittels, sofern die Raumverhältnisse es gestatten (Fig. 44), andernfalls wird die Hemmung durch geeignete Flügelschläge verstärkt, und der Vogel sinkt, wie es bei landenden Tauben so oft zu beobachten ist, in Rüttelflugstellung d. h. mit steil aufgerichteter Längsachse langsam zum Sitzen herab.

Die seltsamste Art des Schwebfluges, die immer und immer wieder die Bewunderung und das Staunen der Beobachter hervorruft, ist ohne Zweifel der echte Schwebflug oder **das Schweben auf der Stelle ohne Flügelschlag.**

Man kann diese Flugart bei Schwalben, Seglern, Krähen, Falken, Möven, Sturmvögeln und anderen beobachten, wenn ein lebhafter Wind die Luft bewegt. Der Wind ist zur Ausführung dieses Fluges ebenso notwendig, wie für den eigentlichen Segelflug. Da aber ein horizontaler Wind, wie früher gezeigt wurde, nur hebend und hemmend oder fortreissend auf den Flügel einwirken kann, so ist klar, dass gegen die eintretende Abdrift eine andere vortreibende Flugkraft zur Anwendung kommen muss. Diese Kraft kann in horizontalem Winde keine andere sein, als die Schwerkraft, sofern beim echten Schwebfluge die Muskelkraft nur rein steuernd mitwirkt. Da sich nun das aktive Eingreifen der Schwerkraft beim Fluge darin zeigt, dass der Vogel sinkt, so ist auch der Schwebflug genau genommen kein Flug auf der Stelle: *er ist vielmehr mit einem, wenn auch nur geringen Herabsinken verbunden.*

Wegen der Ungleichförmigkeit des Windes kann das Sinken des Vogels beim Schweben nicht gleichförmig erfolgen. Jeder stärkere Windstoss strebt den Vogel zu heben, jedes Abflauen ihn sinken zu lassen. Aber mit der Hebung würde der Vogel auch von seinem Standpunkte fortgerissen werden, wenn er nicht durch geschickte Verkleinerung der Flugfläche und namentlich des Neigungswinkels die Hemmung und Abdrift auf eine sehr geringe Grösse einschränken könnte.

Auf Sylt und Helgoland*) kann man das Schweben der Möven aus allernächster Nähe beobachten. Der Vogel steht nicht völlig still, man kann sehen, dass er mit gewissen balancierenden Schwankungen und steuernden Einstellungen der Flügel dem unregelmässigen Charakter des Windes gerecht wird. Es ist nicht zu verwundern, dass man diese Schwankungen als absichtlich vom Vogel erzeugt und als das geheimnisvolle Mittel angesehen hat, durch welches der Vogel dem entgegenstehenden Winde eine vortreibende, die Abdrift aufhebende Kraftkomponente abgewinne.

Nach Basté lässt sich der schwebende Vogel mit einer gewissen Neigung seiner Flügel vom Winde emporheben und ein wenig zurückführen; dann verringert er den Neigungswinkel, sinkt infolgedessen und gewinnt auch den durch die Abdrift verlorenen Raum zurück.

Ganz ähnlich wäre der Schwebflug nach der Theorie Langley's zu erklären, nur dass die Hebung passiv durch eine momentane Verstärkung des Windes vollzogen würde, während das Sinken und Vorgleiten während eines anemometrischen Minimums erfolgen müsste.

Die Unhaltbarkeit der Basté'schen Erklärung liegt nach dem früher Gesagten auf der Hand, denn ohne andauerndes, im ganzen nach unten fortschreitendes Fallen, ohne Aufwand einer der Abdrift entgegenwirkenden Kraft muss diese Abdrift selbstständlich eintreten und ein Schweben über einem Punkte der festen Erde ist danach nicht

*) Vergl. Gätke: Die Vogelwarte Helgoland, herausgegeben von Blasius.

ausführbar. Bezüglich der zweiten Erklärung können wir auf die unten folgende Kritik der Hypothese Langley's verweisen.

Die dort (S. 91) mitgeteilten Beobachtungen der gegen den Wind anschwebenden Schwalben lassen das Schweben an Ort über einem festen Punkte nur als einen besonderen Fall des Schwebfluges erscheinen, bei dem der Flugwind aktiver Natur ist und eine Mitwirkung von lebendiger Kraft des Vogels nicht stattfindet. Auch das Schweben an Ort vollzieht sich unter dem aktiven Einflusse der Schwerkraft, wie das Fortschweben; aber wenn beim Gleitflug die Schwere die Aufgabe hat, dem Vogel unter Ueberwindung aller Flughemmungen eine Fluggeschwindigkeit gegen den Wind sowie lebendige Kraft zum Emporsteigen zu verleihen, so hat sie beim Schweben nur der hemmenden Windkomponente das Gleichgewicht zu halten, während ihr selbst die lebendige Kraft des Windes entgegenwirkt. Daher ist auch beim Schweben auf der Stelle die Fallgeschwindigkeit weit geringer als beim Vorwärtsschweben, aber sie ist nicht absolut minimal, denn es sind sehr wohl Fälle denkbar, wo bei einer sehr geringen, aber immer noch positiven Fallbewegung des Vogels nicht ganz so viel Vortrieb gewonnen wird, als die Abdrift durch den Wind beträgt, wo also trotz des Sinkens eine langsame Abdrift erfolgt.

Um dies näher zu illustrieren, möchte ich ein interessantes Landungsmanöver der Tauben mitteilen, welches ich von meinem Fenster aus wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte. Die Thür des Taubenschlages mit den Anflugstangen liegt nach Westen. Weht nun ein kräftiger Westwind, so macht es den Tauben grosse Mühe, auf den Anflugstangen festen Fuss zu fassen, da sie unter allen Umständen beim Niedersetzen den Kopf dem Winde zukehren müssen, um nicht augenblicklich heruntergeweht zu werden. Die Tauben überwinden diese Schwierigkeit durch ein kunstvolles Manöver; sie fliegen von der Firstseite des Daches her gegen den Wind und schweben zuletzt herab bis auf eine Entfernung von 1—1½ m vor und über der Anflugstange. Dann hört die Bewegung nach vorn auf, und ohne sich zu drehen, lassen sie sich, den Kopf gegen den Wind und öfter abwärts sehend, ohne Flügelschlag langsam abwärts- und zurücktragen, so dass sie in richtiger Stellung den Landungsplatz erreichen. Hier findet also in willkürlicher Folge ein Sinken mit Vortrieb und ein Sinken mit Abdrift statt; aber während die erste Bewegung gleichsam spielend erfolgte, kostete die letztere offenbar einen ganz besonderen Aufwand an Geschick und Steuerkraft, denn die Kunst des Zurückschwebens gelang den Tauben oft erst nach einem vergeblichen Versuche und unter aktiven Flügelschlägen.

3. Der Segelflug.

In dem vorhergehenden Abschnitte über den Gleit- und Schwebflug wurde gezeigt und wiederholt hervorgehoben, dass jeder horizontal oder ansteigend verlaufende Flug ohne Flügelschlag auf Kosten einer vorher erworbenen Geschwindigkeit des Vogels ausgeführt werde. Stets ist es die lebendige Kraft des Vogels, die den so gerichteten Schwebflug unterhält, und noch vor völliger Erschöpfung derselben muss der Vogel zu einer anderen, neuen Antrieb gebenden Flugart übergehen, wenn er die Flugbewegung

nicht abbrechen will. An der unbedingten Zuverlässigkeit und Richtigkeit dieser Einsicht kann nicht der geringste Zweifel bestehen, denn jede in einem widerstandleistenden Medium begonnene Bewegung eines wie immer gestalteten Körpers kommt schliesslich zur Ruhe, wenn der durch die Hemmung hervorgerufene Geschwindigkeitsverlust nicht durch neuen Antrieb ersetzt wird.

Diese Ueberzeugung hat früher manche namhafte Flugtheoretiker veranlasst, die Möglichkeit des nun zu besprechenden Segelfluges zu leugnen. Und doch hat man oft Gelegenheit, fliegende Vögel zu sehen, die ohne Flügelschlag mit ruhig ausgebreiteten Flügeln sich lange Zeit, ja stundenlang, frei schwebend in der Luft erhalten, und ohne Flügelschlag sich zu den höchsten Höhen emporschwingen.

Diese Thatsache wird heute nicht mehr bestritten. Seit langer Zeit ist man eifrigst bemüht, die rätselhafte Kraft zu ermitteln, welche »diesen mühelosen Flug«, die »vollkommenste aller Fortbewegungsarten« unterhält. Dass diese Bemühungen nicht gleich von Erfolg gekrönt waren, dass bis in die neuste Zeit, wo durch die Bestrebungen der Luftschifffahrt das Interesse an der Lösung dieses Problems immer brennender geworden ist, die vielfach angestellten Forschungen noch nicht das Stadium der Hypothesen überschritten haben: dies alles ist schon so vielfach mit den Schwierigkeiten der Aufgabe entschuldigt werden, dass es keiner weiteren Erklärungen bedarf. Unser erster Schritt zur Lösung des Problems soll sein eine

Kritik der bisherigen Erklärungsversuche des Segelfluges.

Wir brauchen nicht näher auf die mancherlei aus älterer und neuerer Zeit stammenden sog. Erklärungsversuche einzugehen, deren Unrichtigkeit auf der Hand liegt und die schon zu wiederholten Malen, zuletzt noch von Prof. Dr. Karl Müllenhoff,*) zusammengestellt und wiederlegt worden sind.

Es ist weder die *»warme Luft in den hohlen Knochen,«* noch die *»Luft in den Luftsäcken«*, welche den Vogel trägt und hebt, denn die erstere würde nur einen aërostatischen Auftrieb von $^1/_{60}$ Gramm, die letztere von $^1/_{12}$ Gramm ergeben, wenn das zu hebende Gewicht des Vogels 1000 Gramm betrüge. Und wenn man die Behauptung aufgestellt hat, der Vogel könne sich dank der »schraubenförmigen Gestalt der Flügel (Pettigrew)« *in die Luft emporschrauben*, ohne dass die hierzu nötige Kraft nachgewiesen wird, so ist damit der Flug ebensowenig erklärt, wie wenn ein Anderer die spiritistische Meinung ausspricht, der Vogel könne allein *vermöge des freien Willens* sich in der Luft schwebend erhalten und emporsteigen.

Vielfach hört man auch die Ansicht aussprechen, der Vogel müsse zweifellos *sehr schnelle Flügelbewegungen* ausführen, die sich aber der Beobachtung entzögen. Ein aus der Nähe zu beobachtendes leichtes Zittern der weichen Federspitzen, das Rauschen der Flügel, bestätigen zwar das Vorkommen minimaler Vibrationen, aber man hat doch nicht ernstlich gewagt, diese dem Flattern einer Fahne vergleichbaren Erschütterungen als die

*) Dr. K. Müllenhoff: Ueber das Schweben und Kreisen der Vögel. Journal für Ornithologie, XLII Jahrg., October 1894.

Ursache des andauernden Segelfluges hinzustellen. Mit weit grösserem Nachdruck wird dagegen noch heute in der Litteratur versucht, das Segeln und Schweben der Vögel durch **aufsteigende Luftströme** zu erklären. Der Gedanke, dass die Vögel durch aufwärtsgerichtete Winde gehoben werden könnten, ist ja naheliegend, zumal an dem Vorkommen vertikaler Luftströmungen gar nicht zu zweifeln ist. Man braucht nur an die Auflockerung der Atmosphäre im Tropengürtel zu denken, welche auf die Cirkulation in der gesamten Lufthülle der Erde einen so weitreichenden Einfluss ausübt; oder an die ungleiche Erwärmung der Luft über dem Wasser und über dem Lande, über dem Walde und über der kahlen Haide. Man hat auch mehrfach Gelegenheit gehabt (am Eifelthurm und früher schon durch Lilienthals Experimente), eine aufsteigende Tendenz des Windes durch direkte Messung festzustellen.

Die Frage ist nur, ob überall, wo die kreisenden Vögel ihre spiralige Flugbahn emporschweben, solche oder ähnliche aufsteigende Winde vorhanden sind, und ob man auch nur die geringste Berechtigung hat, anzunehmen, dass es überhaupt vertikale Winde von solcher Stärke giebt, dass sie z. B. den 6—8 kg schweren Körper eines Kondors mit einer Flugfläche von kaum einem Quadratmeter spielend zu den höchsten Höhen der Atmosphäre tragen können.

Diese Fragen sind mit grosser Entschiedenheit im bejahenden Sinne beantwortet in einer ausführlichen Arbeit vom Ingenieur Joh. Olshausen, betitelt: »Das Segeln und Schweben der Vögel«. (Berichte des Freien Deutschen Hochstiftes. Jahrg. 1890. Heft 3). Das Endergebnis dieser Arbeit lautet: »Das flügelschlaglose Schweben, Kreisen und Segeln der Vögel wird ermöglicht durch senkrecht oder schräg aufsteigende Luftströme oder Winde. Diese sind an unzähligen Orten der Erde und entstehen

1. Durch Ablenkung der Winde aus ihrer horizontalen Bahn durch die Gestaltung der Erd- nnd Meeresoberfläche. Die Geschwindigkeit dieser abgelenkten Luftströme oder Winde kann nahezu so gross werden wie die der horizontalwehenden Winde, d. h. bis 40 m und mehr in der Sekunde.
2. Durch lokale Erwärmung des Bodens durch die Sonnenstrahlen, bei verschiedener Beschaffenheit der Erdoberfläche. Die Geschwindigkeit dieser erwärmten Luftströme beträgt häufig wenigstens 5 bis 10 m in der Sekunde, wahrscheinlich aber bedeutend mehr.

»Die vorhandenen Geschwindigkeiten genügen vollauf, um gegen die vollkommen ausgebreiteten Flügelflächen der schwebenden, kreisenden oder segelnden Vögel einen Druck auszuüben, welcher sie trägt und hebt. . . . .«

Leider hält dies glänzende, alle Erwartungen und Erfahrungen weit hinter sich lassende Resultat der Kritik nicht stand. Das Hauptargument des Verfassers bildet das Helgoländer Windphänomen*), An der steilen, 60 m hohen Felsenküste der Insel entsteht bekanntlich wie an jeder senkrechten Wand, in Folge der Ablenkung des darauf-

*) Dasselbe ist meines Wissens zuerst von Prof. Möbius zur Erklärung des Anbordkommens der fliegenden Fische in die Fluglitteratur eingeführt worden. (Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX. Suppl. Bd.) Daselbst wird auch zuerst auf dynamische Einflüsse der Meereswellen auf die benachbarten Luftschichten hingewiesen.

stossenden Windes ein aufsteigender Luftstrom, der vom oberen Rande des Felsens aus leicht zu konstatieren ist. Bei stürmischem Wetter erlangt dieser Strom eine so enorme Geschwindigkeit, dass er selbst schwere Gegenstände, wie einen schweren hölzernen Warnungspfahl und eine grosse, schwere Bank, die von oben über den Abhang gestürzt wurden, mit Leichtigkeit emporhob, um sie nahe neben der Kante in der hier vorhandenen windstillen Zone niedersinken zu lassen. Man muss dem Autor zugeben, dass eine aufsteigende Luftströmung, die solche Kraftstücke vollbringen kann, auch im Stande ist, die soviel leichteren Vögel zu tragen. Aber die Vögel schweben gar nicht in diesem starken Luftstrome, sondern hoch darüber und draussen über dem offenen Meere, wie über der Insel. Olshausen nimmt nun an, dass der tragende aufsteigende Wind »bis in eine Höhe von *vielen hunderten vielleicht tausenden* von Metern« sich erstrecke und je höher, um so weiter in's Meer hinaus reiche, da man nur dort das vollständig flügelschlaglose Schweben von ganzen Mövenscharen beobachte, die in diesem Gebiete scheinbar nach jeder Richtung steuern. Die Tiere schweben immer vor der dem Winde zugekehrten Küste.

Den Beweis für die Richtigkeit der Annahme eines nahezu unbegrenzt bis in die höchsten Luftschichten aufsteigenden Stromes, der selbst in hunderten von Metern Höhe noch die schwebenden Möwen trägt, glaubt Olshausen durch eine Berechnung erbracht zu haben. Der Gedanke ist folgender. Es wäre denkbar, dass ein horizontaler Luftstrom, der durch ein Hindernis aufgehalten wird, keine aufsteigende Richtung annähme, sondern sich vor dem Hindernis verdichte und so eine annähernd horizontale Richtung beibehielte. (Der Verfasser denkt sich offenbar, ohne es klarer auszusprechen, es bilde sich eine keilförmige, komprimierte Luftmasse von dem Hindernis, über welche dann vielleicht der Wind schwach ansteigend, die Höhe des Hindernisses erreichte, um glatt über dessen Rand hinwegzugehen). Die angestellte Berechnung ergiebt aber, dass bei stärkstem Sturme die Luft vor festen Wänden nur um etwas mehr als 3 % zusammengedrückt werden kann. Es muss also unter allen Umständen ein aufsteigender Strom entstehen; das Hindernis zwingt die ganze Luftmasse, welche sich auf dasselbe zu bewegt, in parallelen, horizontalen Schichten aufwärts auszubiegen und da die Luft sich so wenig zusammendrückt, so müssen auch die obersten Schichten, in Anpassung an die unteren, die Aufwärtsbewegung mitmachen. So kann auch das geringfügigste Hindernis, wie die flache Düne von Helgoland, jeder Wellenrücken auf dem Meere auf hunderte von Metern Höhe die Luft zwingen, aufwärts statt horizontal zu fliessen.

Das Resultat dieser Deduktionen ist ein so überaus unwahrscheinliches, das man glauben sollte, es hätte allgemein ohne weitere Prüfung abgelehnt werden müssen. Auffälligerweise hat man es aber vielfach in Ermangelung von etwas Besserem ohne Prüfung anerkannt, und das Dogma von der Allgegenwart starker aufsteigender Luftströme findet darin noch immer seine kräftigste Stütze.

Der Fehler in den theoretischen Ausführungen Olshausens liegt darin, dass er glaubt, es könne die durch das Hindernis hervorgerufene Aufwärtsströmung nur aërostatisch durch Luftverdichtung oder Kompression gedämpft und ausgeglichen werden.

Thatsächlich findet der Ausgleich in dem elastischen und beweglichen Medium

nur zum verschwindend kleinen Teile bei senkrechten Hindernissen durch Zusammendrückung, grösstenteils aber durch *bedeutend gesteigerte Abflussgeschwindigkeit* statt. Nicht die ganze Atmosphäre wird gezwungen, mit der allgemeinen Windgeschwindigkeit das Hindernis vertikal zu umgehen, sondern nur die unteren Schichten geraten nahe vor dem Auftreffen auf das Hindernis gleichsam in eine Stromenge. Die Luftteilchen werden hier zusammengedrängt und erhalten infolge ihrer Elasticität und Beweglichkeit eine dem Andrange entsprechende mehr oder weniger bedeutende Beschleunigung nach der Seite des geringsten Widerstandes, d. h. vor dem Hindernis nach oben. So entsteht an dieser Stelle der aufsteigende Strom, der oberhalb des Hindernisses durch den seitlichen Andrang des Windes in kurzer Zeit wieder nach der Seite des geringsten Widerstandes, d. h. in die Richtung des Windes abgelenkt wird. Schon in der Entfernung von 10 bis 20 Metern hinter der Felsenkante treffen, wie Olshausen angiebt, die ersten wilden Wirbel des umbiegenden Vertikalstromes auf das Inselplateau, und dann herrscht bei starkem Winde auf der Insel ein Sturm, welcher das Gehen fast unmöglich macht. Wenn der Wind auf ein grosses, freistehendes Haus stösst, so bilden sich an den Hausecken ganz analoge, aber horizontal in der Richtung der Hausfront abweichende Stromschnellen, die hinter der Ecke Wirbel und Windschatten bilden, wie der Wind an der helgoländer Kante. Nach Olshausen's Hypothese müsste diese seitliche Strömung in gleicher Stärke auf hunderte, ja tausende von Metern zu konstatiren sein. Die Erfahrung zeigt, dass schon in geringer Entfernung seitlich und vor dem Hause keine erkennbare Störung des Windes vorhanden ist.

Auch aus aërodynamischen Versuchen Langley's ergiebt sich, dass der Einfluss eines Hindernisses auf die Bewegung der Luft erst in geringer Entfernung von dem Hindernis bemerkbar wird. Daher ist auch der aufsteigende Strom, durch welchen die auf den Felsen stossenden Luftmassen abfliessen, nur in der Nähe des Felsens vorhanden, nicht aber hunderte von Meter davor und darüber; die Geschwindigkeit des vertikalen Stromes ist nicht etwa so stark wie die allgemeine Windgeschwindigkeit, also im Maximum bis etwa 40 m, sondern stetst stärker als der Wind, und auch noch über der Insel fliesst die Luft mit einer grösseren Geschwindigkeit nach der Leeseite ab. Olshausen hat auf diese Geschwindigkeitsdifferenzen bei der Aufstellung seiner infolgedessen ziemlich unklar formulierten Hypothese gar keine Rücksicht genommen, und auch nicht den Versuch gemacht, eine Erklärung der in ihren enormen Wirkungen so überraschenden Stromschnelle an der Felsenkante zu geben; er würde sonst seine Ausführungen wenigstens in hypothetische Formen gekleidet haben.

Selbstverständlich kann hiernach keine Rede davon sein, dass die Düne von Helgoland oder gar die Wellen des Meeres starke aufsteigende Winde erzeugen, resp. den Wind so weit nach oben ablenken, dass in grösserer Höhe über dem Wasserspiegel Vögel ohne Flügelschlag fliegen können. Solche Ströme sind gar nicht vorhanden, und ihre Existenz wird auch nicht wahrscheinlicher gemacht, wenn wir erstaunen über das Wunder des flügelschlaglosen Fluges, den die Vögel auch bei schwachem Winde hoch über dem freien Meere wie an jeder beliebigen anderen Stelle der frei bewegten Luft mit spielender Leichtigkeit ausführen. — Nicht weniger gewagt sind die Spekulationen, die Olshausen über die Geschwindigkeit der durch Erwärmung hervorgerufenen aufsteigenden Luftströme

angestellt hat. Hier berechnet er die Geschwindigkeit der aufsteigenden erwärmten Luft nach einer Formel, die für die Luftbewegung in einem Schornstein bestimmt ist. Der Autor nennt es zwar selber kühn, eine solche Berechnnng auf eine frei sich erhebende, nicht von allen seitlichen Einwirkungen wie in einer Esse abgeschlossene Luftströmung anzuwenden, aber es hindert ihn nicht, gleich darauf »von bescheidensten, unanfechtbaren Annahmen« zu sprechen, mit denen er sich die gewünschten vertikalen Geschwindigkeiten ausrechnet. Von irgend einer positiven Beweisführung oder gar Beobachtung ist nicht die Rede, und schliesslich wird im Zirkel aus den Flugbewegungen auf die aufsteigende Windrichtung geschlossen, um durch diese wieder den Flug zu erklären.

Könnte die Insolation eine derartige Wirkung hervorbringen, so würde diese jedenfalls bei ruhigem, windstillen Wetter am grössten sein, und man sollte erwarten, dass dies das richtige Wetter zum Schweben und Kreisen der Vögel sei, da dann ja die aufsteigenden Ströme ihre grösste Tragkraft entwickeln würden. In Wirklichkeit ruhen die Vögel bei Windstille, oder gehen erst mit dem Auffrischen des Windes zum Segelfluge über, der ohne Wind unmöglich ist.

Diese Ausführungen mögen genügen, um zu zeigen, welche positive Grundlagen der Glaube an die Existenz so starker aufsteigender Ströme hat, wie sie von Olshausen behauptet und zur Erklärung des Kreisens und Schwebens verwendet sind. Weder durch die kleinen und grösseren Unebenheiten der Erdoberfläche, noch durch die ungleichen Wirkungen der Insolation können in den oberen Luftschichten derartige allgemeine und starke Bewegungen verursacht werden.

Eine noch grössere Beachtung und Anerkennung als die Hypothese der aufsteigenden Luftströme haben die bis in die neuste Zeit immer wieder unternommenen Versuche gefunden, das Fliegen ohne Flügelschlag auf die *Ungleichmässigkeiten in der Luftbewegung* zurückzuführen.

Die älteste der dahingehenden Hypothesen wurde von Lord Rayleigh (Nature, XXVII. pag. 535) entwickelt; von Hubert Airy (ibid. pag. 590) R. Courtenay, (ibid. XXVIII. pag. 28) und anderen englischen Autoren vervollständigt und in Deutschland mit besonderem Nachdruck von H. Strasser (Flug d. Vögel. Jena 1885. S. 236 ff.) vertreten.

Lord Rayleigh geht von der unbedingt richtigen Beobachtung aus, dass das Kreisen der Vögel immer nur bei bewegter Luft stattfindet. Da alle Versuche, das Kreisen in gleichmässig horizontal bewegter Luft zu erklären, erfolglos gewesen sind und — der Theorie nach — sein mussten, so liegt die Vermutung nahe, dass Ungleichförmigkeiten des Windes die wahren Ursachen des Segelfluges sind. Thatsächlich bestehen solche Ungleichförmigkeiten und Verschiedenheiten der Strömung, sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung. Es ist bekannt, dass die höheren Luftschichten eine grössere Geschwindigkeit haben, als die unteren, da die der Erdoberfläche benachbarten Luftmassen stärker gehemmt werden, als die entfernteren. Aber auch nebeneinander dahinziehende Luftmassen können sich verschieden verhalten. Und überall, wo solche Verschiedenheiten

vorhanden sind, empfindet sie der fliegende Vogel als Verstärkungen oder Verringerungen des Gegenwindes, eventuell sogar als Rückenwind.

Alle diese Verschiedenheiten nun weiss der Vogel auszunutzen, indem er sich immer so stellt und wendet, dass er von dem relativ schwächeren Gegenwinde, worin er sich befindet, gegen einen relativ stärkeren ansegelt und so mit stets zunehmender Windgeschwindigkeit emporgehoben wird. Wenn nötig, kann er durch vorübergehendes Fallen seine eigne und die Geschwindigkeit des Gegenwindes entsprechend steigern, um dann durch Emporgleiten die alte Höhe wieder zu gewinnen, ja zu überschreiten.

So die Theorie. Ihre schwachen Seiten sind bald herausgefunden. Zunächst setzt sie, wie die Hypothese der aufsteigenden Luftströme, eine an's Wunderbare grenzende, unvorstellbare und unnachahmliche Manövrierfähigkeit voraus, mit welcher die Vögel der enormen Schwierigkeiten Herr werden sollen, welche der Flug nach der Theorie hat. Und doch sieht die ganze Bewegung gar nicht nach solchen Schwierigkeiten aus. Sie vollzieht sich auch bei starkem Winde in so erhabener Ruhe und Gleichmässigkeit, dass man mit Recht das Kreisen als eine geradezu entzückende Art der Fortbewegung bezeichnet hat.

Aber selbst wenn der Vogel diesse ausserordentliche Fähigkeit besässe und durch seine Drehungen und Wendungen den bald rechts, bald links, bald über, bald unter ihm vorhandenen stärkeren Gegenwind mit den Flügeln aufzufangen verstände, so würde durch den gleichmässig gesteigerten Gegenwind doch immer nicht zu erklären sein, wie der Vogel unter Vorwärtsbewegung gehoben wird. Denn wenn schon ein gleichförmiger Gegenwind den in ihm schwebenden Vogel nach einiger Zeit mit sich fortreisst, so muss es ein zunehmender auch, und der Vogel würde, schnell und schneller mit dem Winde zurückgehend, nur dann vor dem Absturze gesichert sein, wenn er gleichzeitig und fortwährend eine der Abtrift gleiche Geschwindigkeitszunahme des Gegenwindes erzielen könnte. Das ist aber, zumal bei stundenlangem Fluge, ganz undenkbar und unmöglich. Dazu fehlt jede Erklärung für die schönen, regelmässigen, kreisförmigen oder spiraligen Bahnen, denn nach der Theorie müsste der Flug ein höchst unruhiges Hasten und Tasten nach stärkerem Gegenwinde sein, und er könnte eventuell auch ebensogut geradlinig emporsteigen.

Auch S. P. Langley hat zur Erklärung des Fluges ohne Flügelschlag eine vielversprechende und viel besprochene Hypothese aufgestellt, die gleichfalls das Geheimnis dieses »physical miracle of nature« in Unregelmässigkeiten des Windes erblickt und demnach im Prinzip mit der Theorie Lord Rayleigh's identisch ist. Während Rayleigh aber die Geschwindigkeitsdifferenzen in horizontaler und vertikaler Richtung verwerthet, stützt sich die Hypothese Langley's auf die anemometrischen Unterschiede, die man gewöhnlich als Windstösse oder Böen bezeichnet, im wesentlichen also auf An- und Abschwellungen des horizontalen Windes. Derartige Schwankungen der Windstärke sind Jedermann aus Erfahrung bekannt, und man weiss auch seit langer Zeit, dass sie viel zahlreicher sind, als man für gewöhnlich beachtet. Schon O. Lilienthal giebt in seinem Werke über den Vogelflug auf Tafel V Fig. 3 eine durch den Wind selbst registrierte Kurve dieser — hier in vertikaler Richtung gemessenen — Schwankungen. Inner-

halb einer Minute fand er durchschnittlich 20 Maxima und 20 Minima, sodass jede steigende und jede fallende Tendenz des Windes je 1,5 Sekunden andauerte. Leider fehlt bei Lilienthal eine Angabe über die Windstärke, bei welcher diese Schwankungen beobachtet wurden. Nach Langley's Messungen sind die Schwankungen annähernd proportional der mittleren Windgeschwindigkeit. Langley hat die Schwankungen der Windstärke mit sehr empfindlichen Anemometern von Sekunde zu Sekunde gemessen und u. a. ermittelt, dass ein Wind von einer mittleren Stärke von 12 m in $5^1/_2$ Minuten durch 18 beträchtliche Maxima und ebensoviele Minima hindurchging, und dass somit auf jede Verstärkung und jedes Abflauen des Windstosses durchschnittlich 10 Sekunden entfielen. Der Wind stieg innerhalb 10 Sekunden bis auf 17 m, sank in weiteren 10 Sek. wieder auf 12 m, stieg dann in 30 Sek. auf 18,5 und so fort auf und ab, einmal sogar sank er bis auf Null. Es ist dies auf den ersten Blick ein auffälliger Unterschied gegen Lilienthal's Messung, der sich dadurch erklärt, dass Langley nur die beträchtlichen Extreme mitzählt, während Lilienthal auch untergeordnete Schwankungen registriert hat, soweit es die Empfindlichkeit seiner Apparate zuliess. In Wirklichkeit schwankt aber die Windstärke noch öfter, als die Lilienthal'schen Kurven zeigen, und Langley bemerkt ausdrücklich, dass auch der kleinste zu beobachtende Teil des Windes nicht als völlig gleichförmig bewegt anzusehen ist.

Fortwährende Schwankungen und Unregelmässigkeiten bilden in der That den Grundcharakter der bewegten Luft. Wie an der Oberfläche des bewegten Meeres Wellen von allen Grössen, von den feinsten kaum bemerkbaren Riffelungen bis zu den mächtigsten Wogen, nebeneinander und durcheinander herlaufen, sich gegenseitig hier verstärkend, dort schwächend und aufhebend, so sind auch die Bewegungen des Luftmeeres ihrem innersten Wesen nach unregelmässig und verworren. Darum liegen aber auch *die anemometrischen Extreme*, deren *durchschnittlicher* Abstand von Langley auf ca. 10 Sekunden angegeben wird, *einzeln genommen* — und darauf allein kommt es im vorliegenden Falle an — keineswegs auch nur annähernd in gleichen Abständen, sondern *in ganz unregelmässigen zeitlichen Entfernungen von einander*.

Wenn nun ein Vogel mit annähernd gleichmässiger Geschwindigkeit die so bewegte Luft durchstreift, so muss natürlich auch der relative Wind, den er empfindet — für den Flug kommt selbstverständlich immer nur dieser in Frage, nicht der absolute, der auf ein feststehendes Instrument einwirkt — in gleich unregelmässigen Pulsationen auf den Flugapparat des Tieres treffen, bald anschwellend, bald schwächer werdend, oder gar in der Form eines negativen oder Rückenwindes. Flöge der Vogel in der Richtung des Windes mit dessen mittlerer Geschwindigkeit, so würde er abwechselnd den Wind von vorn und von hinten empfinden. Hierin liegt nach Langley die theoretische Möglichkeit, dass ein schwerer Körper in einem solchen Winde unbegrenzt emporsteigen kann, wenn er es nur versteht, bei jedem von hinten kommenden Windstoss seine Flügel so einzustellen, dass sie den Wind mit ihrer Unterseite auffangen. Langley geht ausdrücklich nicht auf die Frage ein, wie der Vogel dies praktisch anfangen soll, aber er hält für denkbar, die theoretische Möglichkeit zur That werden zu lassen: die Flugflächen müssten

entweder bei jeder Aenderung der Windintensität um 180° um eine vertikale Achse gedreht werden, oder der Vogel müsste abwechselnd den vorderen und hinteren Flügelrand höher heben. Bei jedem Maximum, wo der Wind die Fluggeschwindigkeit des Vogels übertrifft, müsste der hintere Flügelrand höher liegen als der vordere, und bei jedem Minimum wo die Windstärke geringer ist als die Fluggeschwindigkeit, müsste der vordere Rand höher liegen, als der hintere. So sind nach Langley die Pulsationen des Windes *in der Theorie* eine Kraftquelle, welche einen mit dem Winde treibenden schweren Körper nicht nur tragen, sondern sogar emporheben kann. Die so gewonnene Höhe, glaubt Langley, liesse sich durch Herabsinken in fortschreitende Bewegung gegen den Wind umsetzen, die grösser sei, als die erlittene Abdrift (!). Welchen praktischen Wert diese theoretische Erörterung hat, möge folgendes Beispiel zeigen. Ein Wind von 8 m mittlerer Geschwindigkeit schwanke zwischen 6 und 10 m. Ein in diesem Winde mit der gleichen mittleren Geschwindigkeit von 8 m treibender schwerer Körper würde somit, wenn er aus der Kraftquelle der Pulsationen schöpfen wollte, nur abwechselnde Windstösse von höchstens 2 m, gewöhnlich viel weniger empfinden. Dieser Körper würde also nur so wenig wie möglich von der lebendigen Kraft des Windes ausnützen; wie leicht müsste er sein, wenn er von dieser minimalen Kraft gehoben und getragen werden sollte und welche enorme Geschwindigkeit müsste er beim folgenden Hinabgleiten wohl haben, wenn er dadurch die Abdrift, welche der Wind erteilen kann, wieder aufholen sollte? — Ein Vogel ist zur Ausübung dieser denkbar schlechtesten aller Segelflugbewegungen seiner ganzen Organisation nach völlig ausser Stande.

Ohne die praktische Durchführbarkeit nachzuweisen, hält es Langley*) theoretisch für möglich, auch noch auf andere Weise durch die Pulsationen, (die er auch im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Begriff der inneren Arbeit »the internal work of the wind« nennt), den Flug ohne Flügelschlag physikalisch zu erklären. Jede Zunahme des Flugwindes wird den Vogel heben, jede Abnahme, jeder Rückenwind ihn sinken lassen. Dadurch gewinnt er sinkend lebendige Kraft, die er mit zum Emporsteigen verwendet, wenn ein erneuter Windstoss ihn wieder hebt. Die lebendige Kraft allein würde ihn nahezu auf die vor dem Fallen erlangte Höhe emporheben; der hinzukommende Windstoss hebt den trägen Körper beträchtlich darüber hinaus. Den horizontalen Raum gewinnt der Vogel während der Fallbewegung in den Perioden des Abflauens des Flugwindes. Im Uebrigen kennt der Vogel aus Erfahrung die Eigenschaften des Windes und weiss sich durch zweckmässiges Einstellen der Flügel über alle sonstigen Schwierigkeiten hinwegzuhelfen.

Gegen diese von Prof. A. Ritter**) noch näher illustrierte Hypothese, der ebensowenig wie der vorhergehenden Deduktion irgendwelche Beobachtungen des Vogelfluges zu Grunde liegen, möchte ich Folgendes bemerken.

1) Wenn der Flug die Folge der Einwirkung jener unregelmässigen Luftstösse wäre, so müssten sich diese Unregelmässigkeiten auch in der Flugbewegung wiederspiegeln;

*) S. P. Langley: »On the internal work of the wind«. Americ. Journal. 1894.

**) Prof. A. Ritter: Neues aus dem Gebiete der Flugtechnik. *Z. d. Ver. deutsch. Ingenieure.* Bd. XXXVIII.

denn jeder Stoss müsste eine Hebung. jedes Abflauen ein Sinken, jeder Rückenwind einen Absturz hervorrufen. und die verschiedenen Bewegungen müssten in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge wie an Stärke jenen unregelmässigen Intensitätsschwankungen des Windes entsprechen. — Aber nichts von alledem ist zu beobachten. Die Bewegung erfolgt mit einer geradezu idealen, das Entzücken und die Bewunderung aller Beobachter herausfordernden Regelmässigkeit.

2) Die Annahme, dass die Vögel infolge fortgesetzter Uebung und Erfahrung befähigt seien, durch zweckmässige Flügelstellung aus allen den unregelmässigen Windstössen eine so gleichmässige Flugbewegung hervorgehen zu lassen, ist unphysikalisch und verschiebt die Schwierigkeiten der Erklärung auf ein unzugängliches Gebiet. Sobald man zugesteht, dass zur Unterhaltung des Fluges eine nicht zu übersehende und daher auch nicht klar vorstellbare psychische oder intellektuelle Thätigkeit des Vogels nötig sei, giebt man genau genommen die Unerklärbarkeit der Erscheinung zu.

3) Wäre die Hypothese richtig, so wäre nicht einzusehen, warum die Vögel stets auf gekrümmten Bahnen segeln, da ihnen doch offenbar der gerade Flug gegen den Wind viel leichter werden müsste, wo sie den Pulsationen des Windes entgegengehen, statt ihnen periodisch den Rücken zu kehren.

Die Beobachtungen zeigen aber, dass ein Vogel niemals geradlinig gegen den Wind segeln und dabei zugleich Höhe gewinnen kann. Segelt ein Vogel geradlinig gegen die Richtung des Windes, so findet dabei stets eine Einbusse an Höhe, ein Sinken statt, und die dadurch gewonnene lebendige Kraft wird zur Beseitigung der Hemmungswiderstände der Luft verwertet.

4) Die Hypothese Langley's hat den Fehler, dass sie die Hemmungswiderstände nicht genügend berücksichtigt. Der Autor geht von einer Betrachtung ebener Drachenflächen aus, welche, statt von einem Faden festgehalten zu werden, durch eine verschiebbare Hülse an einer senkrechten Stange befestigt sind, so dass jede andere als die vertikale Bewegung ausgeschlossen ist. Wenn ein Wind von bestimmter Stärke einen solchen Drachen schwebend erhält, so muss natürlich jede Verstärkung desselben eine Hebung, jedes Abflauen eine Fallbewegung veranlassen, und wenn der Apparat gut arbeitet, so muss er, wie der Registrierapparat Lilienthal's, mit grösserer oder geringerer Genauigkeit alle Pulsationen des Windes deutlich erkennen lassen, man könnte ihn dann als Anemoskop gebrauchen.

Ein gewöhnlicher am Faden schwebender Drachen zeigt nun zwar auch, dass jede Zunahme des Windes eine Hebung, jede Abnahme eine Senkung des Drachens zur Folge hat, aber man sieht auch, dass jedes Sinken mit einer rückläufigen Bewegung verbunden ist. und fühlt, dass jedes weitere Steigen den Zug am Faden verstärkt. Wenn ein Windstoss den Faden zerreisst, so steigt der Drachen nicht weiter, sondern der Wind wirft ihn weit zurück und lässt ihn mit schaukelnden Bewegungen zu Boden fallen.

Ein segelnder Vogel gleitet weder an einer festen Stange, noch wird er von einem Faden festgehalten. Daher muss er durch den hemmenden Widerstand des wie immer beschaffenen Windes mit derselben mechanischen Notwendigkeit zurückgeworfen werden,

wie der Drachen, dessen Faden zerrissen ist. Und vor diesem Schicksal rettet er sich nicht, wenn er die Drachenflächen seiner Flügel auch unten noch so kleinen Winkeln dem Winde entgegenstellt, oder wenn er seine Widerstandsflächen durch Einziehen der Flügel noch so sehr verkleinert. Wohl kann der Vogel auf diese Weise die Hemmung bis zu gewissem Grade verringern, aber er verringert damit auch die hebende Komponente des Windes, und wenn die Hebung schon gleich Null ist, bleibt immer noch eine mitreissende Hemmung des Windes, eine Abdrift des Vogels übrig. Diese Abdrift soll der Vogel durch Sinken wieder nachholen. Das setzt schon ein bestimmtes Verhältniss zwischen Masse oder Gewicht des Vogels und Windstärke voraus. Nach Langley's Versuchen über die »soaring speed« muss es Windstärken geben, bei denen wenigstens der kleinere Vogel schwebend erhalten und am Herabsinken verhindert wird, selbst wenn er seine Flugflächen genau unter Null Grad Neigung in den Wind stellt. Die Benutzung negativer Neigungswinkel, also vom Rückenwind, ist ausgeschlossen.

Im letzten Sommer hatte ich in der Nähe der Ostsee vielfach Gelegenheit, den Flug von Schwalben zu beobachten, die in einer Höhe von ca. 20—30 m mit einer Art Ruder- und Schwebflug gegen den Wind vorzufliegen strebten. Das Vorschweben nach den Ruderperioden setzt aber voraus, das wirklich auch eine Fallbewegung eintritt. Allein der Wind war so lebhaft, dass es den Schwalben nicht gelang herabzusinken, wie klein sie auch die Neigungswinkel ihrer Flügel machten. So schwebten sie mit geringen, den Windstössen entsprechenden Schwankungen balancierend in annähernd gleichbleibender Höhe, erlitten aber dabei eine Abdrift, die in einzelnen Fällen schätzungsweise 10 m und darüber betrug. Hier hatte der Wind offenbar für die Schwalben die Schwebgeschwindigkeit (soaring speed) erreicht, bei welcher das willkürliche, geradlinige Herabsinken *gegen* den Wind nur durch gleichzeitige Wirkung von Schwerkraft und aktiver Muskelkraft möglich ist. Immer hatten die Schwalben dann die Tendenz, herabgleitend vorvorzudringen. Jedes vorübergehende Abflauen des Windes liess die Abdrift verlangsamen, oft war sie gleich Null, der Vogel schwebte an einer Stelle, dann aber konnte man jedesmal deutlich von der Seite her erkennen, wie der Vogel langsam herabsank. Der Wind hatte also nicht mehr die Schwebgeschwindigkeit, die Hebung, welche er an den unter kleinstem Neigungswinkel eingestellten Flügeln hervorbrachte, war geringer als der Zug der Schwere, und der Vortrieb, den die nun aktive Schwerkraft an den Flügeln auslöste, war gleich der Abdrift, die der Wind hervorrief. Wurde dann einmal der Wind vorübergehend noch schwächer, so wurden es auch seine beiden Kraftkomponenten am Flügel, und der Zug und der Vortrieb der Schwere führte den Vogel im gewöhnlichen Schweben sinkend gegen den Wind voran. So hielten sich die Schwalben während der Schwebperioden im Ganzen nicht einmal auf derselben Höhe und noch viel weniger konnten sie aufwärts gegen den Wind vordringen.

Wenn es eine physikalische Möglichkeit gäbe, geradlinig gegen den »pulsierenden« Wind empor zu segeln, so sollte man meinen, dass es diesen Schwalben gelungen wäre. Aber noch niemand hat es bisher beobachtet, und wo es in der Litteratur behauptet wird, fehlt dafür jeder Beweis, oder man kann jedesmal nachweisen, dass der Beobachter

der vermeintlichen Erscheinung von seinem tiefen Standpunkte aus ausser Stande war, den Anstieg zu beobachten.

Wenn es also den Schwalben nicht möglich ist, bei Windstärken unter der Schwebegeschwindigkeit gegen den Wind aufzusegeln, so ist nicht abzusehen, wie es grösseren Vögeln gelingen könnte. Freilich liegt bei diesen die Schwebgeschwindigkeit, bei welcher sie auch mit kleinstmöglichem Neigungswinkel der Flügel nicht vorwärts herabsinken können, höher, als bei den Schwalben, sie werden also fast immer geradlinig und vorwärts *sinken* können, wenn sie wollen, aber damit haben sie noch keineswegs die Fähigkeit, geradlinig und vorwärts ohne Flügelschlag gegen den Wind emporzusegeln.

Es ist theoretisch ja ganz richtig, dass eine mit der Geschwindigkeit v in ein gekrümmtes Rohr eintretende Kugel in diesem Rohre bis zu einer Höhe $h = \frac{v^2}{2g}$ emporsteigt, welche eben so gross ist, wie die Höhe, von welcher die Kugel herabsinken müsste, um die Geschwindigkeit v zu erlangen. Allein dies setzt voraus, dass die Kugel einen kleineren Durchmesser hat, als das Rohr und dass sie an den Rohrwänden keine in Betracht kommende Hemmung erfährt. Ein herabgleitender Vogel aber ist allseitig von einem widerstandleistenden Medium umgeben, und wenn er von einer Turmspitze herabgleitet, so hat er, unten angekommen, keineswegs eine Geschwindigkeit, mit welcher er wieder bis zu der gleichen Höhe einer gegenüberliegenden Turmspitze emporsteigen könnte. Treffend leitet Prof. Ritter seinen Aufsatz: »Neues aus der Flugtechnik« (l. c.) folgenmassen ein:

»Die sinkende Bewegung eines starren Körpers in einer specifisch leichteren Flüssigkeit findet anfangs mit Beschleunigung statt und geht später, wenn der mit zunehmender Geschwindigkeit wachsende Widerstand der Flüssigkeit gleich dem Gewicht des Körpers geworden ist, in eine gleichförmige Bewegung über, deren Geschwindigkeit von der Form und dem Gewichte des sinkenden Körpers abhängt.«

So erlangt auch der herabgleitende Vogel, zumal bei weit entfalteten Flügeln, sehr bald eine nahezu konstante Geschwindigkeit, die er nicht überschreiten kann, wie lange und wie weit er auch die Bewegung fortsetze, und wenn er von einer Höhe von 100 m herabgestossen ist, so ist seine Geschwindigkeit deshalb vielleicht nicht grösser, als sei er nur 50 m gesunken. Grosse, aus bedeutender Höhe herabstossende Raubvögel suchen daher ihre Geschwindigkeit im steilen Fallen noch durch aktive Flügelschläge zu steigern.

In der Theorie Langley's handelt es sich natürlich nicht um das Herabsinken bis zur konstanten Geschwindigkeit, sondern nur um das Sinken in den Intermittenzen des Windes. Aber immerhin liegen nach Langley's Messungen die benachbarten anemometrischen Extreme 10—15 Sek. und mehr auseinander, Zeiträume die an sich mehr als genügend sind, um freifallenden Körpern bereits sehr bedeutende Geschwindigkeiten zu verleihen. Wenn die Vögel wirklich diese Gelegenheiten zu sinken für den Flug ausnutzen müssten, wenn sie nicht im Gegenteil thatsächlich mit bestem Erfolge das Herab-

sinken verhinderten, so würden sie in diesen Zeitintervallen jedenfalls schon eine beträchtliche Fallgeschwindigkeit erlangen können.

Hierzu wären aber, bei hinreichendem Gewicht des Vogels oder bei schwächeren Winden, die Pulsationen gar nicht erforderlich, das könnte der Vogel bei homogenem Winde gerade so gut erreichen, wenn er, um zu sinken, Flächen und Neigungswinkel der Flügel verkleinerte, und um sich zu heben, vergrösserte. Je grösser nun der Weg ist, den der Vogel sinkend gegen den Wind zurücklegt, desto grösser ist auch der Betrag der durch die Schwerkraft erzeugten lebendigen Kraft, den er zur Ueberwindung der Flughemmungen aufzuwenden hat Der Rest genügt aber nicht, um ihn wieder auf die vorher innegehabte Höhe emporgleiten zu lassen, möge er dies in ruhiger Luft mit aktiver Vergrösserung des Neigungswinkels versuchen, oder möge ein Windstoss die Hebung ausführen. Die Verstärkung des Windes bewirkt nur, dass die noch erreichbare Höhe auf steilerem, kürzerem Wege erreicht wird; in dem Augenblick aber, wo die lebendige Kraft des Vogels, mit welcher er bis dahin dem Winde entgegentrat, aufgebraucht ist, befindet sich der Vogel dem Winde gegenüber in der Lage einer trägen Masse, und er muss mit Notwendigkeit genau wie der Drachen vom Winde zurückgeworfen werden und herabsinken. Das Einzige, was er ohne Flügelschlag dagegen thun kann, ist, dass er zeitig genug die Neigungswinkel und die Grössen der Flugflächen verringert, und sich so durch willkürliches Sinken vor der Abdrift schützt. Der Drachen steigt nur so lange im Winde empor, als der Zug am Faden ihn gegen den Wind drückt, und der gleitende Vogel nur so weit als er mit seinem Vorrat von lebendiger Kraft dem Winde widersteht, ist dieser Vorrat aber verzehrt, oder der Faden durchschnitten, so bewirkt jeder Windstoss nur ein schnelleres Herabstürzen.

Es ist L. zuzugeben, dass die Trägheit der Masse eines Drachens theoretisch genügt, um ihm *für einen Augenblick* (»momentarily«) den Halt des Fadens zu ersetzen; aber sie ist es auch, welche es bewirkt, dass eine momentane Windverstärkung keine Bewegung des Körpers hervorbringen kann, und es ist nicht einzusehen, wie sie genügen soll, in diesem Moment den Vogel *eine Bewegung ausführen* zu lassen, in der er vom Winde weit mehr gehoben, als horizontal fortgetrieben wird. Es ist richtig, dass bei sehr kleinen Neigungswinkeln an ebenen Flächen die hebende Komponente des Windes grösser ist, als die hemmende (Fig. 1), aber der Hubwirkung steht das ganze Gewicht der trägen Masse gegenüber, während die Hemmung *ohne* Gegengewicht auf die Masse einwirken kann. Ist daher die hebende Komponente des Windes gleich dem Gewicht des Vogels, so wird er überhaupt noch nicht gehoben, wohl aber erleidet er bereits eine Abdrift. Die schwache hemmende Komponente erzeugt hier also schon eine rückläufige Bewegung des Vogels, während die weit stärkere hebende noch keine positive Bewegung hervorruft. Die beginnende Flugbahn hat somit von Anfang an keine steigende, sondern eine weichende Tendenz, sie ist nicht, wie Langley's Figuren angeben, nach *oben* konvex, sondern nach unten. Wie endlich die Trägheit der Masse sogar im Stande sein soll, den Vogel direkt gegen den Wind fortschreiten zu lassen (Langley, »Internal work« Fig. 3, p. 59, Text p. 60) ist vollends unerfindlich.

Die vermeintliche Entdeckung Langley's, dass die Veränderlichkeit der Windstärke möglicherweise eine arbeitsfähige Kraftquelle bilde, welche der Vogel zur Unterhaltung seines Fluges ohne eigene Arbeitsleistung auszunutzen verstehe, beruht hiernach auf einem physikalischen Irrthum, und wir werden sehen, dass die Schwankungen des Windes der Flugbewegung unter allen Umständen eher hinderlich als förderlich sind.

Wenn wirklich die Vögel, wie es Langley s Hypothese voraussetzt, bei der Abnahme des Windes herabsänken und bei der Zunahme aufstiegen, so würden diese vertikalen Schwankungen der Vögel mit den Schwankungen der Windstärke harmoniren, bei einem tiefen Minimum des Windes würde der Vogel auch tiefer herabsinken, als bei einem weniger tiefen Minimum. Betrachten wir nun diese hypothetische Bewegung eines Vogels während zweier ungleich tiefer Minima von gleicher Zeitdauer, so sehen wir, dass der Vogel während des stärkeren Abflauens des Windes einen tiefer nach unten ausweichenden, also *längeren* Weg zurücklegt, wie im Falle des mässigen Minimums. Im ersten Falle durchfliegt er den grossen Bogen a (Fig. 45), im anderen den kleinen Bogen b. Solange man nun die Flughemmungen ausser Acht lässt, ist die Länge des Bogens für den Verlauf des Fluges gleichgültig, denn nach Langley kommt ja der Vogel beim Emporschweben nicht nur wieder auf die Höhe des Ausgangspunktes A zurück, sondern sogar weit darüber hinaus. Sobald man jedoch die Hemmungen berücksichtigt, ist ohne weiteres klar, dass sie auf der längeren und mit grösserer Geschwindigkeit durchflogenen Bahn wesentlich grössere sind, als auf der kleineren Bahn. Der Vogel wird also thatsächlich auf der flacheren Bahn im kürzeren und weniger gehemmten Fluge näher an die Höhe des Punktes A hinaufgelangen, als auf der stärker ausweichenden Fluglinie. Je flacher also der Bogen ist, auf dem der Vogel herabgleitet, oder je geringer das Minimum ist, das den Bogen verursacht, desto eher wird es dem Vogel möglich sein, sich nahezu in der Höhe von A zu halten, desto weniger wird er im Ganzen zu sinken brauchen, wenn er gegen den Wind Fortschritte machen will. Ein Wind von konstanter Stärke aber, bei dem der Vogel gar keine Umwege im Sinken macht, ist hierzu am besten geeignet, ein pulsierender wird ihn am tiefsten sinken lassen.

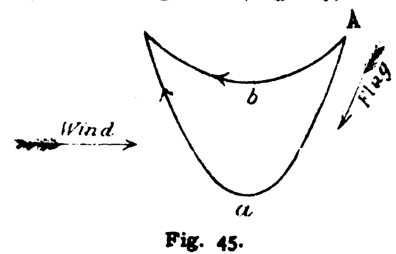


Fig. 45.
Zwei hypothetische Flugbahnen, a während eines starken, b während eines schwachen anemometrischen Minimums.

Die folgenden schematischen Kurven (Fig. 46) veranschaulichen den Verlauf der gegen den Wind gerichteten, sinkenden Schwebbahnen eines Vogels. Bei einer bestimmten Windstärke gleitet der Vogel auf der geraden Bahn AB herab, wenn der Wind homogen ist, oder die Pulsationen keinen Einfluss auf ihn haben (siehe unten). Würde er den Pulsationen folgen, nach Langley's Theorie, so müsste die Bahn den Verlauf von AC haben, wenn die Windschwankungen gering sind; in D aber würde er ankommen, wenn die Schwankungen beträchtlicher sind.

Die Ungleichförmigkeiten des Windes nützen also nicht für den Flug, sondern wirken direkt schädlich. Ich möchte sie mit den Steinen und Löchern eines schlecht

gepflasterten Weges vergleichen. Ein Rad, das darüber hinfährt, rollt schneller über die in der Fahrrichtung abschüssigen Stellen, aber um so stärker stösst es gegen die entgegengesetzt geneigten Flächen der Steine, und um so grösser ist die Hemmung, die sein Lauf erfährt. Auf solchen Wegen haben oft die Pferde schwere Arbeit, auch wenn es thalwärts geht, wenn d. günstig geneigten Flächen zahlreicher, grösser sind, als die der Bewegung steiler entgegen stehenden; denn da ist keine Wahl, und kein noch so geschickter, noch so intelligenter Führer und sei er selbst der von Langley erwähnte »Sorting Demon« Lord Kelvin's kann den Wagen so lenken, dass er sich mit allen Rädern immer nur auf den abwärts geneigten Stellen bewege, und dass die Hindernisse und Hemmungen völlig vermieden würden. Wie ausserordentlich die Flugbewegung gerade durch die ganz unberechenbaren Windstösse erschwert wird, das hat Lilienthal bei seinen berühmten Flugversuchen zur Genüge persönlich erfahren und auch darüber berichtet. Und für die grossen, wie kleinen Vögel sind die Intensitätsschwankungen des Windes sicher und sichtbar ebenso lästig, da sie zum mindesten fortwährende Aenderungen der Muskelspannung nöthig machen, die bei gleichförmigem Winde vermieden werden.

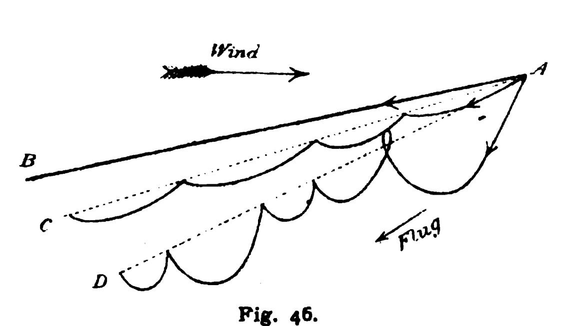


Fig. 46.
Gegen den Wind gerichtete Schwebbahn eines Vogels, AB bei homogenem Wind oder wenn die Pulsationen ohne Einfluss sind, AC bei geringen, AD bei starken anemometrischen Schwankungen.

Die Natur hat aber den Flugtieren ausnahmslos das Mittel verliehen, *nicht* »to pick out from the internal motions, those whose direction is opposed to the main current, and to omit those which are not so, and thus without the expenditure of energy to construct a force which will act against the main current itself« — *sondern* das Mittel, durch welches die flugschädlichen Wirkungen aller Unregelmässigkeiten und Schwankungen des Windes auf ein Minimum gebracht werden, und dieses Mittel ist *die Elasticität der Flügel und die Trägheit der Masse des Vogels.* Die Elasticität der Federn und Bänder, der Sehnen und Muskeln des Flugapparats speichert den Druck der kleineren Windstösse in Form von Spannung auf, welche in den Perioden des Abflauens wieder in Bewegung umgesetzt wird. Stärkeren Windstössen, die für sich sichtbar hebend und verzögernd auf den Vogel einwirken, folgen schwächere, bei denen der Flug durch Sinken des Vogels entsprechend beschleunigt wird. So entstehen Schwankungen des Vogels, die eben so oft nach oben, wie nach unten gerichtet sind, und die bei kleinen Vögeln von geringer Masse und Trägheit eher und leichter auftreten, als bei grossen und schweren Flugtieren. Die Masse des Vogels hat für den gleichmässigen Gang der Flugbewegung dieselbe Bedeutung, wie das Schwungrad an einer Maschine.

Gerade die grossen Vögel sind es, welche mit bestem Erfolge den Segelflug anwenden, während kleinere Vögel nur auf ganz kurze Entfernungen oder unter häufigem Flügelschlage segeln können. Nach Langley's Hypothese sollte man das Umgekehrte

erwarten, da die kleineren Vögel leichter durch die Schwankungen des Windes beeinflusst werden, als die grösseren

Uebrigens ist auch nicht zu vergessen, dass für die grossen und schnellen Segler, welche den grössten, oder doch einen beträchtlichen Teil des für den Flug in Frage kommenden relativen Gegenwindes oder Flugwindes ihrer eignen Fluggeschwindigkeit verdanken, die anemometrischen Differenzen des absoluten Windes wohl immer nur einen so geringen Bruchteil des Flugwindes betragen, dass sie schon aus diesem Grunde durch die Elasticität des Flügelmaterials ausgeglichen, d. h. in ihrer Wirkung so verzögert werden, dass gewöhnlich eine beginnende Hebung durch das Nachlassen des Windes, und die beginnende Senkung durch die Zunahme desselben aufgehoben wird. Die »innere Arbeit des Windes« übt hier also keinen sichtbaren oder irgendwie nennenswerten Einfluss auf die Flugbewegung aus, die sich so vollzieht, wie wenn *der Wind völlig homogener Struktur* wäre.

Langley's eigene Beobachtung eines Bussard, der über der Aquäduktbrücke des Potomac bei Washington in einer Höhe von ca. 20 m seine ruhigen Kreise zog, möge dies bestätigen. Obgleich ein starker Wind von 15—16 m Stärke wehte, der doch gewiss noch stärkere »innere Arbeit« verrichtete, als der von 12 m, von dem oben die Rede war, schwebte der Vogel, anscheinend ohne dem Winde viel Beachtung zu schenken, in lässiger Weise dahin, . . . fort und fort dieselbe wagerechte, anscheinend elliptische Bahn durchkreisend. Durch lange Zeit fortgesetzte, sorgfältige Beobachtung aus unmittelbarer Nähe konnte sich Langley überzeugen, dass weder die Flügel, noch einzelne Federn dabei eine Bewegung ausführten. Es sind also die feinen Schwankungen in der Spannung der bereits durch das Körpergewicht gespannten Federn, welche (Schwankungen) durch die Pulsationen des Windes hervorgerufen werden müssen, so minimale, dass sie sich auch aus nächster Nähe der Beobachtung entziehen. —

Auch in Frankreich hat man schon vor Langley auf die Intermittenzen des Windes hingewiesen (Mouillard*) und sie zur Erklärung des Segelfluges zu verwenden gesucht. Nach Marey (vol. d. ois. pag. 316) würde ein Vogel unbegrenzt gegen den Wind fortschreiten können, wenn die Zu- und Abnahmen des Windes in geeigneten Zwischenräumen vorhanden wären. Er macht auch auf einen von A. Bazin angegebenen Versuch aufmerksam, durch welchen gezeigt werden soll, wie durch Windstösse ein auf wellenförmiger Bahn gegen den Wind emporsteigender Segelflug unterhalten werden könne. Der Versuch wird auch von Müllenhoff (l. c. S. 441) (irrtümlich unter dem Namen eines Basté'schen Versuches) mitgetheilt und als eine Art Illustration der Langley'schen Theorie benutzt.

Eine Kugel rollt auf einer den bekannten russischen Bergbahnen (montagnes russes) oder Rutschbahnen nachgebildeten Einrichtung einen Abhang hinunter und auf dem folgenden Hang wieder empor, ohne natürlich die Höhe des Abgangspunktes wieder zu erreichen.

---

*) Marey (vol. d. ois. pag. S. 318) sagt darüber folgendes: Mouillard prétend que l'intermittence existe toujours dans les coups de vents, depuis les plus faibles brises, jusqu'aux ourogans les plus violents. Si les météorologistes ont, jusqu'ci, négligé de démontrer cette intermittence au moyen d'appareils inscripteurs, son existence est entièrement prouvée par les modulations lamentables que produit le vent quand il s'engouffre dans nos chéminées. (Mouillard, Empire de l'air. pag. 221).

Nun aber erteilt man der ganzen Unterlage, auf welcher die Kugel rollt, einen der Kugelbewegung entgegengesetzten starken Stoss, sodass die Kugel infolge ihrer Trägheit nicht nur auf die anfängliche Höhe gelangt, sondern sogar bis auf und über den nahen Gipfelpunkt kommt, indem dabei die Rollbahn unter ihr weggestossen wird. Die Kugel stellt einen Vogel dar, der seine durch Sinken erlangte lebendige Kraft zum Aufgleiten benutzt, und in dem Augenblicke, wo diese verbraucht ist, jedesmal einen plötzlichen Windstoss erhält, der ihn höher hebt. Gleich nach dem Stoss nimmt der Wind so schnell ab, oder dreht der Vogel seine Flügel unter so kleine Neigungswinkel, dass er wieder sinkt und damit den Weg durch das zweite Wellenthal beginnt.

Die nähere Betrachtung lässt uns unschwer erkennen, dass der Versuch unter wesentlich anderen Bedingungen verläuft, als die Flugbewegung. Zunächst ist zu bemerken, dass ja die Pulsationen des Windes nicht regelmässig erfolgen, wie die Stösse des Versuchs; sie stehen keineswegs immer gerade bereit, wenn der im Bogen emporgleitende Vogel seinen Vorrat an Geschwindigkeit und lebendiger Kraft verbraucht hat, sondern werden eben so oft vorher wie nachher eintreten. Ferner weht der Windstoss niemals ruckweise, wie ein Schlag, sondern es ist die an- und abschwellende Bewegung einer elastischen Flüssigkeit, deren Druck und Wirkung durch die Biegsamkeit und Elasticität der Flügel noch mehr verlangsamt wird. Auf die feste Kugel wirkt der Stoss eines anderen festen Körpers, der mit Ueberwindung der Reibung unter ihr fortgestossen wird. Die ganze horizontale Stosskomponente ist dabei nur zur Ueberwindung der Reibung unter Wärmeentwicklung wirksam, die vertikale Komponente hebt die Kugel empor, ohne ihr jedoch einen Impuls zur Fortbewegung gegen den Wind geben zu können. Dagegen wirkt der Druck des Windes, der den ganzen Vogel umgiebt und gegen dessen ganze Oberfläche gerichtet ist, nicht nur hebend, sondern unter allen Umständen auch verzögernd und fortreissend, wie es bei der Kritik der Hypothese Langley's des Näheren ausgeführt wurde. Durch den Bazin'schen Versuch wird also zwar eine Bewegung hervorgerufen, die eine gewisse Aehnlichkeit mit einigen Segelbewegungen hat, die wirksamen Kräfte sind aber wesentlich andere, als die beim Fluge vorhandenen, und ebenso die Wirkungen. Demgemäss haben auch die photochronographischen Aufnahmen, welche Marey von der Bewegung einer solchen Kugel gemacht hat, keinen Wert für die Entwicklung unserer Kenntnisse über das Kreisen und Segeln der Vögel.

Marey (vol. d. ois. S. 315) hebt hervor, wie, gemäss den Angaben von Bazin und besonders Bretonnière (l'Aëronaut, 1889), die im Zickzack auffliegende Bekassine und ebenso die kreisenden Vögel, indem sie gegen und mit dem Winde fliegen, künstliche Variationen der Intensität des Windes herstellen. Dies ist richtig, aber diese Intensitätsänderungen sind keine plötzlichen Stösse, und sicher kann durch Verstärkung des Flugwindes der Hemmungswiderstand nicht beseitigt oder gar ein Antrieb nach vorn gegen diesen stärkeren Wind ausgelöst werden.

Marey sagt an einer anderen Stelle seines Werkes (p. 318) über den Einfluss der sog. Pulsationen des Windes: »Il y a, toutefois, un point fort délicat de mécanique, sur lequel les mathématiciens devront se prononcer«. Er ist im Zweifel darüber, ob die

Intermittenzen des Windes unumgänglich nötig sind, oder ob ein Vogel nicht ebenso gut im gleichförmigen Winde emporsteigen könne, um die gewonnene Höhe zum Gleiten gegen den Wind wieder zu verwenden, und dies alles nur durch Aenderung der Neigung seiner Flügel. Wir haben gesehen, dass dieser Zweifel nur zu sehr berechtigt gewesen ist.

Mit mehr Zuversicht entwickelt Marey (S. 319) eine Theorie des Kreisens, welche sich, wie er sagt, aus den neueren Arbeiten, über den Segelflug und besonders aus den schönen Studien Basté's ergiebt.

In dem Teile seines Kreises, wo der Vogel *vor* dem Winde fliegt, widersteht er dem Mitgerissenwerden (entraînement) durch seine Trägheit. Je mehr dabei der Wind die Geschwindigkeit des Vogels übertrifft (tant que le vent a sur l'oiseaux, un exès de vitesse suffisant), desto mehr wird dieser von der hebenden Kraft desselben unterstützt, und kann daher emporsteigen, oder seine Höhe bewahren, oder langsam sinken.

Damit der Vogel nicht zu weit mitgerissen wird und dabei zu viel Höhe verliert, vollführt er eine drehende Bewegung. So kommt er mit seiner Geschwindigkeit dem Winde entgegen, dadurch wächst die Geschwindigkeit des relativen Gegenwindes und mit ihr die Kraft, die den Vogel hebt. Der fortreissenden, verzögernden Kraft des Windes setzt nun der Vogel nicht nur seine Trägheit, sondern auch seine lebendige Kraft entgegen, welche der Wind selber ihm verliehen hat. Der Vogel wird bestrebt sein, diese lebendige Kraft vollständig auszugeben, bevor er eine neue drehende Bewegung macht, damit er ohne Geschwindigkeit in demjenigen Teile seines Kreises ankommt, wo er vom neuen Rückenwind (!) haben wird.

Offenbar hat Marey nicht gewusst, dass schon im Jahre 1884 genau dieselbe Theorie von Müllenhof (Pflüger's Archiv f. Physiol., 1884, S. 427) aufgestellt worden ist, und dass sie bereits zwei Jahre später von Gerlach (Zeitschrift f. Luftschifffahrt, 1886, S. 286) eingehend widerlegt wurde. Es ist eine physikalische Unmöglichkeit, dass ein Rückenwind, der dem Vogel von hinten in das Gefieder bläst und ihm die Federn sträubt, eine Flugbewegung unterhalten könnte. Nur mit positivem, nicht mit negativem Flugwinde kann ein Vogel fliegen. Der Rückenwind würde dem Vogel in der kürzesten Zeit die Windgeschwindigkeit mitteilen und das Tier herabstürzen lassen. Der Flugapparat des Vogels ist so orientiert, dass er unter allen Umständen nur mit positivem Winddruck an der Unterseite der Flügel arbeiten kann; bei Rückenwind aber trifft der Druck die supinierte Oberseite der Flugflächen und drückt daher das Tier zu Boden. Der Vogel ist nicht im Stande dem Sturze auszuweichen, erst nachdem er durch ihn wieder positiven Flugwind gewonnen hat, kann er den Flug fortsetzen. Marey hebt dies selber in einem folgenden Paragraphen (S. 323) hervor und kann nicht angeben, durch welches Mittel der Vogel dem Sturze an der gefährlichen Uebergangsstelle entgeht. Zur Aufklärung dieses wichtigen Punktes empfiehlt er ein System gleichzeitiger photochronographischer Aufnahmen von verschiedenen Standpunkten; man solle sich nicht durch die Schwierigkeiten des Experimentes von der Ausführung abschrecken lassen, die Wichtigkeit der Resultate verdiene es.

Bis jetzt ist nicht bekannt geworden, dass Jemand diesen Plan zur Aufklärung der räthselhaften Flugart mit irgend welchem Erfolge ausgeführt, oder auszuführen unternommen hat. Die Schwierigkeiten derartiger synchroner photochronographischer Aufnahmen, mit denen eine gleichzeitige sehr genaue Messung der jeweiligen Windstärke in der Flugregion Hand in Hand gehen müsste, sind in der That ausserordentliche, die nur durch einen Stab geübter Experimentatoren und mit den besten Instrumenten überwunden werden könnten. Und was würden die Resultate sein? Eine genaue Feststellung der Flugbahn mit ihren Hebungen und Senkungen in vertikaler Richtung und ihren Schwankungen in der Horizontalprojektion; endlich eine Bestimmung der Fluggeschwindigkeit und der Flugwindstärke in jedem Punkt des Trajektoriums. Aber über die *Qualität* dieser Bewegungen besteht schon heute kein Zweifel, sie sind durch direkte Beobachtungen längst festgestellt und täglich leicht ebenso in Einzelheiten zu verfolgen, denn die kreisende Bewegung geht — im Gegensatz zum Flügelschlag, für dessen Erklärung und Darstellung die Photochronographie sehr nützliche Dienste geleistet hat — besonders bei grossen Vögeln so langsam von statten, dass sie mit völlig genügender Klarheit beobachtet werden kann. Bleiben die genauen *quantitativen* Bestimmungen, die allerdings für den Einzelfall ein gewisses Interesse haben, von denen aber nicht abzusehen ist, wie sie uns über die allgemeinen, prinzipiellen Schwierigkeiten der Erklärung hinweghelfen sollen. Man würde auch wieder mit denselben allgemeinen Faktoren wie bisher zu rechnen haben.

Wir sind am Ende unserer kritischen Betrachtungen angekommen. Das Resultat ist ein negatives. Keine der vorhandenen Theorien ist im Stande, eine mechanische Erklärung für die »vollkommenste aller Flugarten«, den andauernden Flug ohne Flügelschlag zu geben. Und wenn man den Satz bewiesen hat, dass der andauernde Flug ohne Flügelschlag in einem gleichmässig und horizontal bewegten Winde eine mechanische Absurdität sei von der Art des perpetuum mobile, so können wir jetzt mit eben solcher, ja mit noch grösserer Bestimmtheit hinzufügen, dass die Theorien der aufsteigenden Luftströme und die Theorien der Unregelmässigkeit und Intermittenz des Windes als Ursache des Segelfluges nicht weniger den mechanischen Gesetzen widersprechen.

Der Grund des Misserfolges liegt bei allen bisherigen Erklärungsversuchen daran, dass man — je nach dem Standpunkte des Autors — bald diese, bald jene charakteristische Erscheinung des Segelfluges als unwesentlich vernachlässigt hat, dass man nicht alle wesentlichen Momente erkannt und an der richtigen Stelle in die Kette der Schlussfolgerungen eingefügt hat. Eine Theorie des Segelfluges ist aber nur dann befriedigend, wenn sie alle charakteristischen Erscheinungen umfasst und in eindeutiger Weise mit Hülfe der mechanischen Gesetze erklärt. Dass dies möglich ist, hoffe ich durch die folgenden Ausführungen zu zeigen.

4. Analyse des Segelfluges.

Die erste wichtige Thatsache, von welcher wir bei der Analyse des Segelfluges auszugehen haben, ist die, dass diese Art der Fortbewegung *nur dann stattfindet, wenn ein aktiver, absoluter Wind die Luft in Bewegung hält.*

Die Vögel, welche die Natur durch Körpergrösse und Flügelform für diesen Flug geschaffen zu haben scheint: sie ruhen, wenn der Wind ruht, und spielend erscheint ihr Flug, wenn sie sich im Winde tummeln. Bei Windstille sind die Tiere, falls sie dann überhaupt zu fliegen im stande sind, auf Flügelschlag und intermittierenden Flug angewiesen, und wenn man von kreisenden Vögeln berichtet, die bei ruhiger Luft segeln auf spiraliger Bahn bis zur Weltenhöhe emporgestiegen sind, so darf man annehmen, dass dann auch in den Luftschichten, die die Vögel berührten, ein aktiver Wind vorhanden war, und dass die scheinbare Windstille nur in der unteren Luftregion bestand. Die Annahme findet eine Bestätigung in den Erfahrungen, die man durch die Ballonfahrten gewonnen, und in den Resultaten der in beträchtlichen Höhen ausgeführten anemometrischen Beobachtungen: die Geschwindigkeit des Windes nimmt nach oben hin zu. Die an der Erdoberfläche vorhandenen Hindernisse der Luftbewegung, Hügel, Bäume, Häuser etc., wirken verzögernd auf den Wind ein und bewirken häufig, dass nahe der Erde Windstille ist, während schon in 20 bis 30 m Höhe ein deutlicher Wind weht.

Man hat auf Grund dieser Thatsachen geschlossen, dass ein aktiver Wind die erste Vorbedingung für den audauernden Flug ohne Flügelschlag sei, und dass es die lebendige Kraft des Windes sein müsse, welche diesen Flug unterhalte. Daher hat man auch diese Flugart als »*Segelflug*« bezeichnet, weil hier, wie bei einem segelnden Schiff, der Wind die treibende Kraft liefere. In diesem Sinne wollen auch wir das Wort »Segelflug« der Kürze wegen anwenden, ohne dadurch eine weitergehende Analogie zwischen einem segelnden Schiff und einem segelnden Vogel zum Ausdruck zu bringen. Denn die Bewegung eines Schiffes, dessen ganzes Gewicht von Wasser getragen wird, erfordert nur eine vortreibende Wirkung des Windes; ein Vogel dagegen, der nur mit *einem* Medium in Berührung ist, der frei in der Luft schwebt, bedarf ausserdem noch einer hebenden Wirkung des Winddruckes, die ihn gegen die Wirkung der Schwere schützt.

Die Kardinalfrage ist nun, »*wie macht es der Vogel, dass ihm die lebendige Kraft des Windes diesen Dienst leistet?*«

Die Beobachtung zeigt, dass der Segelflug stets nur auf kreisförmigen, elliptischen, schleifenförmigen, spiraligen oder sonst irgendwie gekrümmten Bahnen ausgeführt wird. Die äussere Arbeit, welche der Vogel zu diesem Zwecke aufwendet, ist nur eine minimale: *durch geeignete Einstellung seiner Flugflächen ändert er fortwährend seine Flugrichtung, und mit der Flugrichtung ändert sich in gleicher Weise* der relative Gegenwind, oder kürzer *der Flugwind*, den der Vogel empfindet und der ihn trägt und fortbewegt.

Es ist ein Hauptgrund für das Fehlschlagen aller bisherigen Erklärungsversuche, dass keiner der früheren Autoren den Versuch gemacht hat, über diese fundamentalen Verhältnisse ins klare zu kommen. Man spricht davon, dass ein kreisender Vogel auf einem Halbkreise seiner Bahn dem Winde entgegenfliegt und dass er in dem anderen Halbkreise Rückenwind hat (Marey), aber über die genauere Richtung und Stärke des Flugwindes in jedem Punkte der Bahn glaubt man erst durch schwierige photochronographische Aufnahmen des fliegenden Vogels Aufschluss erhalten zu können. Und doch handelt es sich nur um eine mechanische Analyse einfachster Art.

Wenn ein Vogel mit einer Geschwindigkeit c gegen einen Wind von der Stärke v anschwebt, so empfindet er einen gegen ihn gerichteten, positiven Flugwind von der Stärke c + v. Fliegt er mit dem Winde, so ist die Stärke des wirksamen Flugwindes = c — v; in jeder anderen, schräg zum Winde stehenden Flugrichtung ist sie gleich der geometrischen Summe beider Bewegungen und graphisch leicht nach dem Satz vom Parallelogramm der Kräfte und Bewegungen darstellbar

Gehen wir zunächst von der kreisförmigen Segelbahn aus, so zeigt die Beobachtung zwar, dass namentlich bei kleineren Vögeln und grosser Windstärke die Fluggeschwindigkeit bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, als würde der Vogel jedesmal mit dem Winde schneller fortgerissen, während er die erlangte Geschwindigkeit *gegen* den Wind bald wieder einbüsst, allein bei grossen Vögeln und weniger starkem Winde treten diese Differenzen soweit zurück, dass sie kaum noch festzustellen sind. Es ist daher gerechtfertigt, wenn wir zunächst, vorbehaltlich späterer Korrektur, einmal die Fluggeschwindigkeit als eine gleichförmige annehmen.

Hiernach ist es möglich, an jedem beliebigen Punkte einer kreisförmigen Bahn die Stärke und Richtung des Flugwindes aus der tangential gerichteten Flugbewegung und der nach Richtung und Stärke konstanten Grösse des absoluten Windes zu ermitteln.

Dies ist in dem umstehenden Diagramm geschehen, und zwar *für den Fall, dass die Fluggeschwindigkeit gleich der doppelten Stärke des absoluten Windes ist.* Die dem Winde zugewandte Hälfte der Kreisbahn liegt hier oben, und die Flugbewegung möge im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers, links herum, erfolgen.

In dem Punkte A der Kreisbahn, den wir als den »Anfangspunkt« bezeichnen wollen, ist die *Richtung des Flugwindes* tangential. Von hier aus über den »*Luvpunkt*« B bis zum »*Kehrpunkte*« K weicht die Richtung des Flugwindes luvwärts, nach aussen vom Kreise ab. Der Vogel empfindet also den Flugwind seitlich, hier von *rechts* (bei rechtsläufigem Segeln von links), und zwar zunehmend bis zum Luvpunkte, und darüber hinaus, dann wieder abnehmend bis zum Kehrpunkte. Hier hat der Flugwind wieder genau tangentiale Richtung. Wir werden hinfort den Halbkreis AK, in welchem der Vogel dem Winde am weitesten entgegengeht, als »*Luvbogen*« bezeichnen, und dementsprechend den anderen Halbkreis (KA) den »*Leebogen*« nennen. Im Leebogen hat der Vogel den Flugwind von vorn und *links*, (bei rechtsläufigen Flug von rechts). Die Seitenabweichung ist in dem Quadranten vom Kehrpunkte C bis zum »*Leepunkte*« am stärksten.

Was die *Stärke des Flugwindes* anbetrifft, so hat sie bei gleichförmiger Fluggeschwindigkeit im Anfangspunkte A ihr Maximum und im Kehrpunkte K ihr Minimum. Der Uebergang vom Maximum zum Mininum und wieder zum Maximum ist ein durchaus allmählicher.

Ist die Fluggeschwindigkeit *grösser*, als die doppelte Windstärke, wie wir für das Diagramm angenommen hatten, so nähert sich der Flugwind mit zunehmender Flug-

geschwindigkeit mehr und mehr der Tangente, die er im oberen Grenzfall erreichen würde, wenn Windstille wäre, oder wenn man den Wind vernachlässigen könnte. Ist

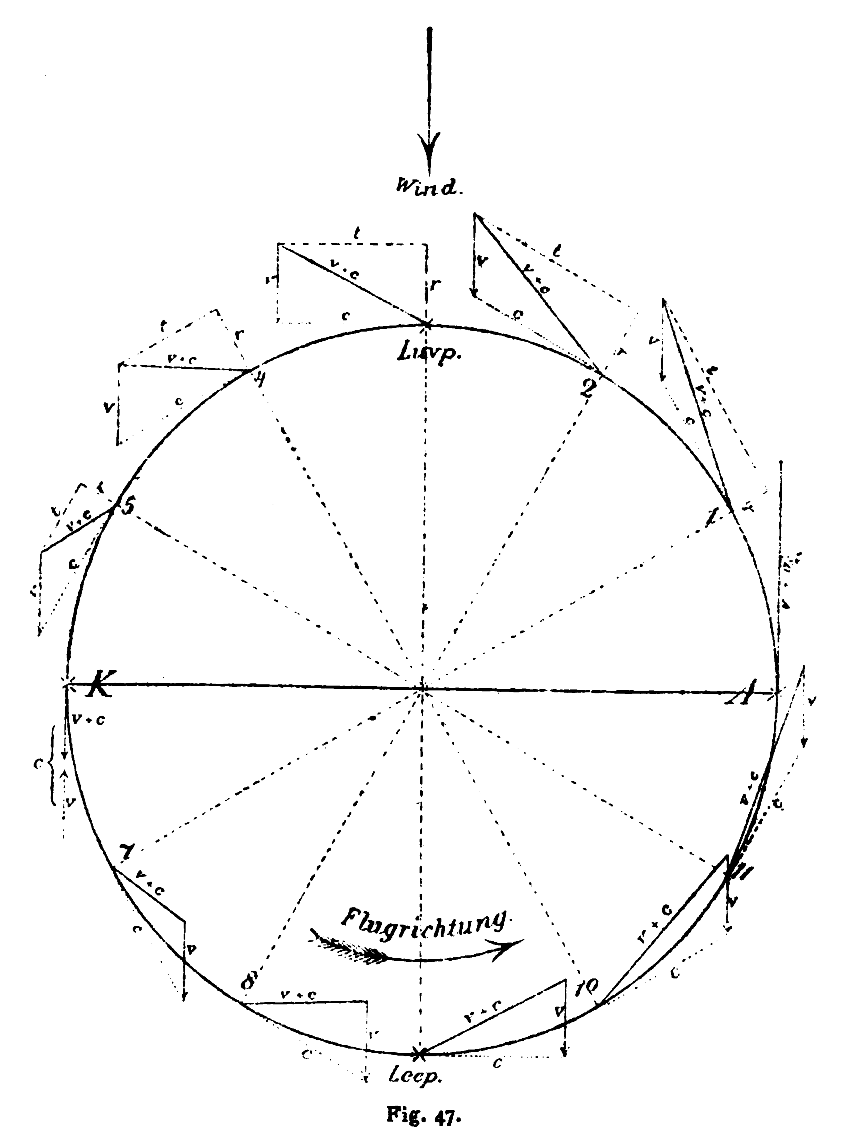


Fig. 47.
Diagramm der Windverhältnisse auf einer stationären kreisförmigen Segelbahn.
Es ist A der Anfangspunkt, K der Kehrpunkt, Luvp. der Luvpunkt, Leep. der Leepunkt der Bahn. Der gegen den Wind konvexe Bogen AK heisst der Luvbogen, KA (im Sinne der Flugrichtung) der Leebogen.
Ist c die als konstant angenommene Fluggeschwindigkeit und v die Geschwindigkeit des herrschenden Windes, so ist v + c der Flugwind und r die radiale, t die tangentiale Komponente desselben.

dagegen die Fluggeschwindigkeit geringer, als im Diagramm angenommen, so weicht auch die den Flugwind darstellende Resultante mehr und mehr von der Tangenten-

richtung ab. Im unteren Grenzfall, bei Gleichheit-von Fluggeschwindigkeit und Windstärke würde der Vogel im Kehrpunkte der Bahn einen Flugwind = o haben, und der Flug müsste demnach im Absturz ein Ende finden.

Wenn, wie bemerkt, bei kleineren Vögeln oder grosser Windstärke sichtbare Änderungen der Fluggeschwindigkeit auftreten, so bestehen sie in einer Zunahme der Geschwindigkeit im Luvbogen und Abnahme derselben im Leebogen.*) Dadurch wird gegen Ende des Luvbogens der Flugwind schneller der Tangente zu gedreht, gegen Ende des Leebogens aber eine entsprechend stärkere Abweichung erfolgen. Unter allen Umständen aber hat der Vogel den Flugwind im Luvbogen von vorn rechts, im Leebogen von vorn links, und es wird durch die bezeichnete Zu- und Abnahme der Fluggeschwindigkeit die Stärke des Flugwindes eine mehr gleichmässige, der Unterschied der Flugwindstärke an dem gegenüberliegenden Anfangs- und Kehrpunkte wird ein geringerer sein, als im Diagramm angegeben.

Haben wir damit einen Einblick gewonnen in die Verhältnisse des Flugwindes, welche der Vogel auf seiner kreisförmigen Bahn antrifft, so wissen wir damit doch noch nicht, *unter welchen Winkeln der Druck des Windes auf die Flügel trifft*, und von diesen Winkeln hängt, wie wir wissen, die Wirkung des Windes in erster Linie ab.

Die Winkel, welche nach dem Diagramm der Flugwind mit den Kreistangenten oder der Bewegungsrichtung des Vogels bildet, sind natürlich nicht identisch mit den Winkeln, unter denen der Flugwind die Flügel trifft. Sie würden es nur dann sein, wenn die Ebene der Flügel mit der vertikalen Ebene der Tangente zusammenfiele, d. h. wenn der Vogel die Bahn in vollkommener Seitenlage durchflöge, so dass (bei linksläufiger Bewegung) sein linker Flügel nach der Erde, sein rechter senkrecht nach oben zeigte. Aber hierbei würde in dem einen Halbkreis, dem Luvbogen, die Unterseite, in dem anderen, dem Leebogen, die Rückseite der Flügel vom Winde getroffen werden.

Es folgt hieraus, dass in dieser extremen Stellung ein Vogel nur in einem Luvbogen fliegen kann, und da er hierbei keinen Luftwiderstand findet, welcher der Schwere entgegenwirkte, so kann ein solcher Luvbogenflug immer nur auf kurze Zeit stattfinden und er muss stets mit einer sinkenden Bewegung verbunden sein.

Die Reisenden berichten, das der *Albatros*, wenn er im Winde segelnd seine viel verschlungenen Wege ohne Flügelschlag entlanggleitet, oft eine solche seitliche Lage einnimmt. Aber auch unsere einheimischen Segler (Cypselus), Schwalben und Möven, also alle schmalflügeligen Segelvögel, bieten bei lebhaftem Winde an unzähligen Stellen ihrer Bahnen das Schauspiel einer seitlichen Neigung des Körpers, die leicht

*) Ich sah in Wismar »jagende«, d. h. in horizontalen, cykloidischen Bahnen segelnde Störche, deren eigene Geschwindigkeit im Anfangspunkte A der Bahnen nahezu gleich Null war, so dass hier der Flugwind nicht grösser, als der absolute Wind war.

60—80° erreicht. — Ein Flug in geschlossener kreisförmiger, elliptischer oder spiraliger Bahn ist in dieser Stellung des Vogels nicht möglich, da der Rückenwind im Leebogen unbedingt den Absturz und damit das Ende dieser Art Flugbewegung herbeiführen müsste.

Es ist instruktiv, sich auch das andere Extrem der Flügelstellung vorzustellen, nämlich die *horizontale*. Hätte der Vogel die Möglichkeit, beim Kreisen seine Flügel in die horizontale Ebene einzustellen, so würde der gleichfalls horizontale Flugwind keine nennenswerte motorische Wirkung*) auf sie ausüben können, da alsdann ja der Neigungswinkel des Windes gegen die Flügel gleich Null sein würde.

In Wirklichkeit kommt diese theoretische Möglichkeit kaum in Betracht, da wohl alle Flügel, auch die langen, schmalen des Albatros und der Segler (Cypselus), eine, wenn auch oft nur minimale Wölbung besitzen, die das Einstellen der ganzen Flügelflächen in die Horizontalebene unmöglich macht.

Im allgemeinen stehen beim Kreisfluge die Flügel weder in der vertikalen Ebene der Kreistangenten, noch in der horizontalen des Flugwindes, sondern zwischen diesen beiden extremen Stellungen in *einer mehr oder weniger seitlich geneigten Lage. Je grösser aber die seitliche Neigung der Flugflächen ist, desto grösser sind* im Luvbogen *auch die Winkel, unter denen der Flugwind auf die Flugflächen trifft, und um so grösser auch die auf die Flügel wirkende Normalkomponente des Winddruckes. Da nach dem Flugdiagramm die seitliche Abweichung des Flugwindes von der Flugrichtung gegen* den Luvpunkt zunimmt, *so wird auch stets der Stosswinkel des Flugwindes grösser, und demgemäss auch seine motorische Kraft.* Über die Verhältnisse im Leebogen wird weiter unten die Rede sein.

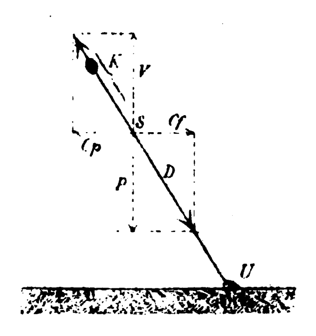


Fig. 48.
System der Kräfte beim Laufen auf gekrümmter Bahn.

Mit Recht hat man diese schräge Haltung des kreisenden Vogels mit der bekannten, geneigten Lage eines Cirkusreiters verglichen. In beiden Fällen ist die Vertikalachse des im Kreise bewegten Körpers gegen den Drehungsmittelpunkt geneigt.

Der Schwerpunkt S (Fig. 48) des Reiters liegt bei schneller Gangart so weit centripetal vom Unterstützungspunkt U, dass das Gleichgewicht völlig aufgehoben sein würde, wenn nicht die Centrifugalkraft Cf wäre.

Diese ergiebt mit der Schwere P eine schräg nach unten und aussen gerichtete

*) Bei hinreichender Stärke könnte der Flugwind an den so gestellten Flügeln allenfalls das Herabsinken verhindern oder verzögern, eine Wirkung, die besonders durch die Experimente Langley's über die »soaring speed«, d. h. diejenige Geschwindigkeit bewiesen ist, bei welcher die Fallbewegung einer frei schwebenden Scheibe verhindert wird. Die bald eintretende Abdrift des Vogels würde auch diese Wirkung schnell beendigen.

Resultante D. Das Pferd neigt seine Vertikalachse so zur Seite, dass sie mit der Richtung der Resultante zusammenfällt, denn nur so kann es durch den Druck seiner Schenkel gegen den Boden eine der Resultante gleiche und entgegengesetzte Kraft K hervorbringen, welche es auf der Kreisbahn erhält.

Ganz analog liegen die Verhältnisse bei dem im Bogen fliegenden Vogel (Fig. 49). Auch hier wirken Schwere P und Centrifugalkraft Cf mit einer nach unten-aussen gehenden Resultante D. auf den Schwerpunkt, und die Masse des Vogels lastet also mit einem Druck D = (P + Cf) auf der Luft. Die Flügel sind so weit seitlich geneigt, dass der gegen ihre Unterseite gerichtete Gegendruck der Luft eine Resultante W liefert, welche dem Druck D gleich und entgegengesetzt ist.

Es tritt nun die wichtige Frage auf, *welche Kraft die zur Unterhaltung des Kreisfluges nötige Arbeit leistet.*

Aus didaktischen Gründen schicken wir der Beantwortung dieser Frage folgendes vorauf: Beim *geradlinigen, horizontalen oder ansteigenden Schwebfluge* war es die vorher durch Fall oder Flügelschlag erworbene *lebendige Kraft des Vogels*, mit welcher er, gegen die Luft anschwebend, in dieser einen zum Tragen oder Heben genügenden Widerstand hervorrief. Beginnt ein Vogel ohne diese lebendige Kraft seiner Masse aus der Ruhe einen *geradlinigen Schwebflug*, so ist dieser stets ein *sinkender*. In diesem Falle ist es die *Schwerkraft*, die seiner Masse schnell eine so grosse Fallgeschwindigkeit erteilt, dass der dadurch hervorgerufene Luftwiderstand den Flug unterhält. Ganz im Anfang wird die Fallbewegung durch den entstehenden Widerstand am Flügel wie durch einen Fallschirm gedämpft; da aber der Flügel unsymmetrisch und elastisch biegsam ist, so bleibt er mit zunehmender Fallgeschwindigkeit nicht wie ein Fallschirm in horizontaler Lage, sondern er wird durch den Luftwiderstand gespannt und gerät so, namentlich an der Spitze, in eine vornübergeneigte Stellung, in welcher er bis zur willkürlichen Änderung des Fluges verharrt. In dieser Stellung wird die Fallbewegung zwar immer noch durch den Flügel gedämpft, aber weniger, wie wenn er gleich einem Fallschirm alle Flächenteile horizontal oder nach unten gewölbt hätte. Durch das so ermöglichte gleichförmige, nicht beschleunigte Sinken wird der Luftwiderstand auf einer bestimmten, gleichmässigen Stärke erhalten, mit welcher er nun durch Drachenwirkung an der vornübergeneigten Flügelfläche auch einen gleichbleibenden Druck nach oben *und vorn* ausübt. Hier ist es also thatsächlich die Schwerkraft, welche die ganze Flugarbeit leistet.

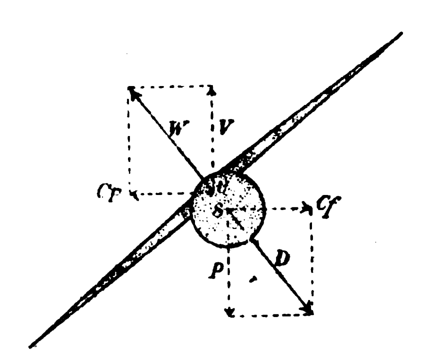


Fig. 49.
System der Kräfte beim Flug auf gekrümmter Bahn.

Der physikalische Grundsatz der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung hat auch für die eben besprochenen mechanischen Vorgänge der beiden einfachsten Flugarten seine volle Gültigkeit. Die Wirkung der lebendigen Kraft des Vogels gegen den passiven Widerstand einer trägen Luftmasse ist dieselbe, wie wenn die Luft durch einen Wind gegen die träge, ruhende Masse des Vogels gedrängt wird. Die lebendige Kraft des Windes greift am Flügel an, trägt und hebt den Vogel, erteilt ihm aber gleichzeitig fortreissend eine Beschleunigung im Sinne der Windbewegung, die dem Fluge schnell ein Ende macht. Ebenso ist im zweiten Falle die Wirkung der nach unten gerichteten Schwerkraft gegen den passiven Luftwiderstand dieselbe, wie wenn ein Wind von entsprechender Stärke *von unten* gegen die Flügel eines ruhenden Vogels träfe. Auch hier würde die lebendige Kraft des Windes eine tragende und vortreibende Wirkung auf den Vogel ausüben, zu welcher die Schwerkraft, wie beim Ruderfluge, den erforderlichen Widerstand lieferte. Ein Vogel könnte also sehr gut die lebendige Kraft aufsteigender Winde benutzen, und, wenn sie wirklich in genügender Stärke vorhanden wären, passiv mit ihnen geradlinig fortfliegen. Die Richtung der Winde brauchte nicht einmal vertikal zu sein, es genügte eine Steigung, bei welcher der Wind noch kräftig genug unter die gegen die Flugrichtung pronierten Flügelflächen fassen könnte. Jede vorhandene steigende Tendenz des Windes begünstigt die Flugbewegung jeder Art.

Nach dieser Abschweifung, die uns das Spiel der Kräfte bei den früher erörterten Flugarten wieder in die Erinnerung gerufen hat, wenden wir uns wieder zu der Frage, *durch welche Kraft der Segelflug unterhalten wird, welche Kraft dabei die Arbeit leistet*

Die *Centrifugalkraft* ist bekanntlich keine Kraft in dem gewöhnlichen Sinne, die auf den Körper des Vogels wirken kann; sie ist nur passiver Art, ein Druck auf das Medium der Kreisbahn, mit welchem der Körper infolge seines Beharrungsvermögens der fortwährenden Änderung seiner tangentialen Bewegungsrichtung widerstrebt. Der centrifugale Druck der Masse ist also die Folge, nicht die Ursache der Kreisbewegung, und daher kann er auch nur einen passiven Widerstand leisten.

Anders steht es mit der *Schwerkraft.* Sie wirkt unter allen Umständen auf den Körper ein und kann, wie wir eben gesehen haben, sehr wohl die Arbeit einer Flugbewegung, auch auf gebogener Bahn, leisten. Aber dies setzt voraus, dass sie auch wirklich in die Lage kommt, der Masse des Vogels eine Beschleunigung in ihrem Sinne, d. h. nach unten zu erteilen. Solange ihr durch eine feste Unterlage oder sonst durch irgend einen Widerstand das Gleichgewicht gehalten wird, kann sie selbstverständlich keine Arbeit leisten. Solange ein im Bogen fliegender Vogel nicht herabsinkt, sondern horizontal oder gar aufwärts bewegt wird, solange hat auch die Schwerkraft keinen Anteil an der Flugarbeit, sie wirkt vielmehr nur, wie die Centrifugalkraft, durch einen passiven Druck (das Gewicht) als Widerstand, den die aktive Flugkraft zu überwinden hat.

Wir werden nun zwar sehen, dass während des horizontalen und aufsteigenden Segelflugels auf gekrümmten Bahnen ein periodisches Sinken des Vogels eintreten kann, aber da dem Sinken an gewissen Stellen der Bahn ein stärkeres Steigen an anderen Stellen gegenübersteht, *so kann auch* — wie an anderer Stelle näher ausgeführt ist — *die Arbeit, welche die Schwerkraft bei diesem Fluge leistet, nur von nebensächlicher Bedeutung sein. Die entscheidende Hauptarbeit des Segelfluges muss also von einer anderen Kraft geleistet werden,* und *dies kann nur die lebendige Kraft des Windes sein.* Ausser ihr und der Schwerkraft ist keine andere beim Segelfluge beteiligt; und die Beobachtung zeigt, dass ein echter Segelflug nicht ohne die Kraft eines absoluten Windes ausführbar ist. Ohne Mitwirkung der lebendigen Kraft bewegter Luft würde ein Bogenflug ohne Flügelschlag nur durch vorher erworbene lebendige Kraft der Masse des Vogels und durch Schwerkraftwirkung geleistet werden können; und er müsste unter allen Umständen eine sinkende Tendenz haben: es wäre ein Schwebflug, aber kein Segelflug.

Wie wirkt die lebendige Kraft des Windes beim Segelfluge? —

Die Diskussion der seitlichen Neigung des Vogels hat ergeben, dass *die Masse des Vogels* (während der Bewegung im Bogen) *mit einem aus der Schwerkraf (P) und Centrifugalkraft (Cf) resultierenden Drucke (D) auf dem umgebenden Medium lastet.* Die seitliche Neigung des Vogels ist das Mittel, durch welches dieser Druck vermittelst *der Flügel* auf die Luft übertragen wird, sie ist es auch, welche der Luft erlaubt, einen entgegengesetzten Druck *(W)* auf die Masse des Vogels auszuüben, durch welchen die Wirkung der Schwere und der centrifugale Druck neutralisiert werden.

Ferner haben wir beim sinkenden Schwebfluge gesehen, dass allein durch die Wirkung der Schwerkraft (d. h. wenn die Schwerkraft die Masse des Körpers gegen das widerstehende flüssige Medium drängt), der Flügel zum Teil in eine gegen die Richtung der Flugbahn vornübergeneigte, pronierte Lage gespannt wird (Fig. III. S. 73), so dass die entgegenstehende Luft an ihm *eine vortreibende Wirkung* ausübt. Und diese Wirkung erfolgt, gleichviel ob die Arbeit im gleichförmig sinkenden Fluge durch die Schwerkraft gegen den passiven Luftwiderstand geleistet wird, oder durch einen entsprechenden, aufwärts gerichteten Luftstrom gegen den Widerstand der Schwere.

Wenn nun schon der Druck der Schwere für sich genügend ist, an dem Flügel in der Luft eine vortreibende Stellung und Wirkung hervortreten zu lassen, so folgt daraus, dass ein aus Schwerkraft und Centrifugalkraft zusammengesetzter Druck $D = (P + Cf)$ hierzu in noch höherem Maasse geeignet ist. *Ein Flugwind also, der dem Drucke* $(D = (P + Cf)$ *das Gleichgewicht hält, leistet unter allen Umständen auch noch eine vortreibende Arbeit,* weil schon durch eine geringere Spannung (P) am Flügel solche pronierte Widerstandsflächen geschaffen werden, durch welche die an ihnen angreifende Kraft eine vortreibende Komponente liefert. Diese aktive Triebkraft des Segelfluges, die der Segler so dem grossen Vorrat der lebendigen Kraft des Windes entnimmt,

beseitigt die Hemmungswiderstände und erteilt dem segelnden Vogel im Luvbogen die sichtbare Beschleunigung und lebendige Kraft, die ihm die Schwierigkeiten des Leebogens überwinden hilft, und ihm die Fortsetzung des Fluges ohne Flügelschlag ermöglicht.

Durch dieses wichtige Ergebnis ist eine der Hauptschwierigkeit der Erklärung aller Segelflugerscheinungen beseitigt. Es ist weder ein Rückenwind, noch ein Herabsinken, wodurch der Vogel im Segeln fortgetrieben wird, sondern ein durch die lebendige Kraft des Flugwindes bewirkter Antrieb, der genau in derselben Weise am Flügel zu stande kommt, wie jeder andere Vortrieb bei irgend einer anderen Flugart.

Beim *Ruderfluge ist es die Kraft des Flugmuskels*, welche, um das Gewicht des Körpers zu tragen, den Flügel derart gegen die widerstandleistende Luft bewegt, dass er infolge seiner Biegsamkeit mit der Spitze in die vortreibende, pronierte Lage kommt und so dem Widerstande eine vorwärts gerichtete Komponente abgewinnt.

Gleitet ein Vogel im *sinkenden Schwebflug* ohne Flügelschlag herab, so ist es *die Schwerkraft*, welche die Flugarbeit verrichtet, indem sie, in ganz gleicher Weise wie die Muskelkraft, den Flügel in die vortreibende Lage spannt.

Der *horizontale* und *ansteigende Schwebflug* erfordert für dieselbe Arbeit eine vorher erworbene *lebendige Kraft des Vogelkörpers*. Da diese immer schnell verbraucht wird, so geht diese Flugart der Regel nach allmählich in die vorhergenannte, sinkende über, bei welcher die Schwerkraft die Arbeit leistet.

Beim *echten Segelflug* endlich ist es *die lebendige Kraft der bewegten Luft*, die im Luvbogen als aktive Komponente des Flugwindes in Gemeinschaft mit dem passiven Luftwiderstande — den Flügel gegen den passiven Druck der Schwere und Centrifugalkraft spannt und in die vortreibende Lage zwingt, so dass nicht nur jenem passiven Drucke das Gleichgewicht gehalten, sondern auch noch die Beseitigung der Flughemmungen und die Beschleunigung des Vogels bewirkt wird.

Die Frage, *warum der Segelflug immer nur in gekrümmten Flugbahnen erfolgen kann*, ist zwar durch die vorhergehenden Ausführungen im Grunde genommen schon mit beantwortet. Der Uebersicht wegen wird jedoch die folgende kurze Zusammenfassung am Platze sein.

Infolge der seitlichen Neigung der Flügel wird mit der Fortbewegung des Vogels auf kreisähnlicher Bahn ein *centrifugaler Druck* erzeugt, welcher die Flugflächen gegen das umgebende Medium zu drängen strebt. Gleichzeitig entwickelt sich in dem beginnenden Luvbogen, wie ein Blick auf das Flugdiagramm (Fig. 47) zeigt, eine seitliche, *centripetale Komponente* des Flugwindes, die durch den herrschenden, aktiven Wind erzeugt wird. Durch diese aktive Komponente wirkt die lebendige Kraft des Windes in centripetaler Richtung jenem centrifugalen Drucke entgegen auf die Flügel. Dadurch wird nicht nur der centrifugale Druck neutralisiert und der Vogel auf die Kreisbahn gedrängt, sondern, wie immer, wenn der Flügel mit hinreichendem Widerstande seiner

Fläche einer Kraft entgegentritt, auch die Flugbeschleunigung hervorgerufen, die den ganzen Segelflug unterhält. Die krummlinige Flugbahn ist hiernach das Mittel, durch welches der Vogel seinen Flügeln die horizontale (centrifugale) Widerstandskraft verleiht, die nötig ist, um die gleichfalls horizontale lebendige Kraft des herrschenden Windes lokomotorisch nutzbar zu machen. Ohne den centrifugalen Widerstand würde der Flügel nicht durch die seitliche Windkraft in die vortreibende Lage gespannt werden können; der Wind würde den Vogel nur aus der Flugrichtung schleudern und der Ortsbewegung hinderlich sein. *Darum sind Flugbahnen, die gegen den herrschenden Wind konvex gekrümmt sind, die unerlässlichen Grundbedingungen für die Ausnutzung der lebendigen Kraft der bewegten Luft zum Segelfluge. Der Segelflug ist nur auf so gekrümmten Bahnen in einem absoluten, herrschenden Winde möglich.*

Wenn wir somit die konvex gegen den Wind gekrümmten Luvbogen als die Flugstrecken kennen gelernt haben, in denen die lebendige Kraft des Windes die Arbeit des Segelfluges leistet, wenn wir gesehen haben, dass der lokomotorische Antrieb bei dieser Flugart das Erzeugnis der Wechselwirkung horizontaler Kräfte ist, welche als aktive, seitliche Komponente des Flugwindes und als Centrifugalkraft an den seitlich geneigten Flugflächen angreifen, so tritt nun die Frage auf, *wie wirkt die Schwerkraft im Luvbogen, wodurch und wie weit wird ihr das Gleichgewicht gehalten?*

Da die Schwerkraft nur bei sinkenden Bewegungen lokomotorische Arbeit leistet, der Segelflug aber im ganzen genommen eine horizontale oder ansteigende Bewegungsart ist, so kann auch die Schwerkraft hierbei nur insoweit *aktiv* beteiligt sein, als innerhalb des Fluges vertikale Schwankungen des Vogels stattfinden. Beim horizontalen und ansteigenden Fluge leistet die Schwerkraft nur *passiven* Widerstand, der durch andere aktive Flugkräfte beseitigt werden muss, sei es durch die wie immer auch erworbene lebendige Kraft des Vogels, sei es durch die des Windes. Es gilt also für die Schwerkraft beim Segelfluge alles das, was über sie beim Schwebfluge gesagt wurde.

In Luvbogen ist es besonders die in der Tangente des Kreises liegende, horizontale und zunehmend passive Komponente des Flugwindes (s. Flugdiagramm), die der Schwerkraft unter gleichzeitiger Hemmung des Fluges entgegenwirkt, wie beim Schwebfluge. Aber auch die centripetale Komponente des Flugwindes liefert einen Beitrag zum Tragen und Heben der Last.

Ueber diese Verhältnisse erhält man eine klare Anschauung durch die folgende Figur. Dieselbe stellt eine Vertikalprojektion der Flugkraft auf die Radialebene dar, es erscheinen in ihr nicht die horizontalen und tangentialen Kräfte des Vortriebes und die Flughemmungen, die ja für diese Betrachtung gleichgültig sind.

Die gegen die seitlich geneigten Flugflächen gerichtete Flugwindkraft W hat eine Vertikalkomponente V, die im Falle des Gleichgewichtes das Gewicht P des Vogels trägt. Da W die rechtwinklig zur Flugfläche stehende, wirksame Komponente des Flugwindes

ist, so steigt und fällt, wie an anderer Stelle gezeigt wurde, ihr Gesamtwert mit dem Winkel der seitlichen Neigung der Flugflächen. Bei gegebener Grösse von W ist V = W . cos α, und die centripetale Komponente Cp = W . sin α, wenn α den seitlichen Neigungswinkel der Flugflächen bedeutet. Der Flugwind wirkt also verhältnismässig mehr hebend als centripetal, wenn die Flugflächen mehr horizontal liegen; bei stark geneigter Seitenlage des Vogels aber kann theoretisch der Fall eintreten, dass der, absolut genommen, viel stärkere Flugwind doch nicht im stande ist, den Vogel zu tragen, da er fast ganz, bei vollkommener Seitenlage ganz, in centripetaler Richtung für den lokomotorischen Antrieb eingesetzt ist. Daher hat *überall, wo die Seitenneigung des Vogels eine gewisse Grenze übersteigt, der Flug im Luvbogen eine sinkende Tendenz:* oder mit anderen Worten, die Schwerkraft beginnt dann ihre aktive Wirkung. Wo

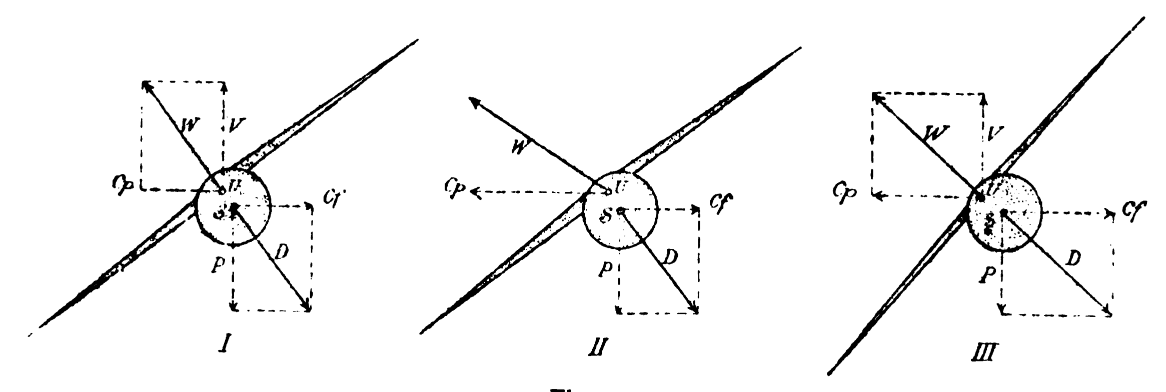


Fig. 50.
Das Gleichgewicht der Kräfte beim Kreisflug ist in Fig. 1 vorhanden, in 2 durch Verstärkung des Windes gestört und in 3 wiederhergestellt unter Vergrösserung des seitlichen Neigungswinkels.

immer ein solches Sinken eintritt, bedeutet es eine vorübergehende Zunahme an Fluggeschwindigkeit, die der Vogel im Leebogen des Segelfluges mit sehr geringem Verluste wieder in Höhe umsetzen kann, und die ihn ausserdem schneller wieder an den nützlichen Wind im Luvbogen bringt.

Die *Schwankungen der seitlichen Neigung der Flugflächen* beim Segeln sind von verschiedenen Bedingungen abhängig. Wenn im Falle des Gleichgewichtes der Kräfte, wie in Figur 50, I, die Resultante des Winddruckes W und die des Widerstandes D gleich und genau entgegengesetzt sind, so liegt auch der Angriffspunkt U des Winddruckes und der Schwerpunkt S,*) in welchem D angreift, in der Richtung von D und W. Die Flugflächen stehen dann rechtwinklig zu US oder der Richtung der

*) Durch diese Lage des Schwerpunktes unter dem Unterstützungspunkte wird das stabile Gleichgewicht im Fluge hergestellt. Ein Vogel, der mit ausgebreiteten Flügeln wie immer herabgeworfen wird, muss stets nach kurzer Zeit wieder »in den Flügeln hängen«.

Kräfte. Nimmt nun aber, z. B. gegen den Luvpunkt hin, die aktive, seitliche Komponente des Flugwindes zu, so erhält auch die Resultante W eine mehr centripetale Lage, und wenn nicht gleichzeitig ein Ausgleich erfolgte, so würde vorübergehend das Gleichgewicht so gestört werden, wie es Figur 50, II zeigt. Die beiden Zugkräfte W und D drehen aber die starre Verbindung ihrer Angriffspunkte S und U so weit, bis die neue Gleichgewichtslage hergestellt ist; und damit wird auch der seitliche Neigungswinkel der Flugflächen vergrössert. (Fig. 50, III.) Dass nun auch D wieder $\leftrightarrows$ W geworden ist, ist gleichfalls die Folge der Zunahme der seitlichen aktiven Flugwindkomponente, die mit ihrem Wachstum die Fluggeschwindigkeit c vergrössert und eventuell auch den Krümmungsradius der Bahn verkleinert hat. Sowohl durch die Geschwindigkeitszunahme, wie durch die Verengung der Flugkurve wird der centrifugale Flugwiderstand Cf vergrössert, denn die Centrifugalkraft ist ja dem Quadrat der Geschwindigkeit direkt, dem Radius indirekt proportional. Die Modifikation des seitlichen Neigungswinkels der Flugflächen vollzieht sich also automatisch infolge der Zu- und Abnahme der centripetalen Flugwindkomponente. Da diese durch den herrschenden Wind hervorgerufen wird, so ergiebt sich als weiteres allgemeines Resultat, *dass auch jede Zu- und Abnahme der Stärke des herrschenden Windes eine Zu- und Abnahme der Seitenneigung des Seglers herbeiführen muss, dass gleichzeitig die Radien der kreisförmigen Flugbahnen kleiner und die Fluggeschwindigkeit grösser wird.*

Nun ist aber die Centrifugalkraft auch direkt von *der Masse* des segelnden Vogels abhängig. Sie ist daher bei einem grossen, schweren Vogel von Haus aus bedeutender, als bei kleineren Vögeln. Es bedarf also, um bei einem Anwachsen der Windstärke das Gleichgewicht zu bewahren, bei den grossen Vögeln einer geringeren Einengung der Kreise, einer geringeren Geschwindigkeitszunahme und auch einer geringeren Seitenneigung, als bei kleineren Vögeln.

Darin liegt auch der Hauptgrund, warum kleine Vögel zur Ausführung eines vollkommenen Kreissegelns nicht befähigt sind, der Flug würde einer rapiden Wirbelbewegung in minimalen Kreisen ähnlich werden müssen.

Die Beobachtung bestätigt nun in vollkommener Weise alle Ergebnisse unserer Schlussfolgerungen. Wenn Vögel von verschiedener Grösse, wie Störche und Möven, bei demselben Winde kreisen, so haben die Störche in ihren grösseren Kreisen kleinere seitliche Neigungswinkel, als die in kleineren Kreisen segelnden Möven. Alle kreisenden Vögel beschreiben bei stärkerem Winde kleinere Kreise mit grösserer Seitenneigung. Die stärksten seitlichen Neigungen sind bei kleineren Vögeln (Cypselus) und grosser Windstärke (Albatros) zu beobachten. Die seitliche Neigung der Vögel hat in jedem Luvbogen bis zum Luvpunkte eine zunehmende Tendenz, um so mehr und um so deutlicher, je kräftiger der Wind weht.

Der *Flug im zweiten Quadranten* des gegen den Wind konvexen *Luvbogens* bietet der Erklärung keinerlei Schwierigkeit. Mit der Ueberschreitung des Luvpunktes hat der Vogel zwar bereits den stärksten lokomotorischen Antrieb gewonnen, aber seine Geschwindigkeit erfährt noch immer einen Zuwachs, der mit der Abnahme der aktiven Seitenkomponente des Flugwindes geringer wird und im Kehrpunkte der Flugbahn aufgehört hat. In diesem Punkte hat demnach der Vogel seine grösste Fluggeschwindigkeit erlangt; sie ist beträchtlich grösser, als die des herrschenden Windes, so dass er mit einem hinreichend starken, wenn auch passiven Flugwinde in den Leebogen eintritt.

Der Flug im Leebogen. Die analytische Untersuchung über die Wechselwirkung der Flugkräfte im Luvbogen hatte uns als wichtigstes Resultat die Antwort auf die Frage gegeben, wie der lokomotorische Antrieb des Segelfluges zu stande gebracht wird. Eine nicht minder wichtige und interessante Frage ist aber die, wie es der Vogel anfängt, dass er einen Leebogen durchfliegen kann, ohne von dem seitlichen Drucke des herrschenden Windes zu Boden geschleudert zu werden.

Der Leebogen wendet, wie das Winddiagramm (Fig. 47 S. 102) zeigt, dem Winde die konkave Seite zu, und der Flugwind, als Resultante der tangentialen Eigenbewegung des Vogels und des nach Lee strömenden Windes, weht dem Vogel mehr oder weniger seitlich aus dem Innern des Kreises entgegen. Wenn also der Vogel die Längsachse seines Körpers in der Kreistangente hält und dabei die Einwärtsneigung seiner Flugflächen wie im Luvbogen beibehält, so muss der Flugwind mit mechanischer Notwendigkeit die Rückseite der Flügel treffen und jede Flugbewegung unmöglich machen. Trotzdem fliegt der Vogel anscheinend ohne irgendwelche Schwierigkeiten im Leebogen quer durch die bewegte Luft! —

Zwei *Mittel* giebt es, *durch welche der Vogel die Gefahr des Rückenwindes im Leebogen vermeiden kann.* Das eine besteht darin, dass er versucht, *seine Längsachse möglichst in die Richtung des Flugwindes einzustellen,* statt in die der Kreistangente. Dies gelingt ihm leicht bei schwachem Winde, wenn er in grossen Kreisen mit geringem centrifugalen Schwunge fliegt, denn dann ist auch die centripetale Abweichung des Flugwindes von der Tangente nur eine geringe.

Meine Beobachtungen an Störchen, die in mässiger Höhe über meinem Standpunkte ihre Kreise zogen, bestätigen in vollstem Masse diese theoretische Überlegung. Der Flug ist bei mässigem Winde namentlich im zweiten Quadranten des Leebogens keine Frontalbewegung, sondern ein richtiges Seitwärtsziehen, das an eine jedem Reiter bekannte transversale Gangart des Pferdes (Traversieren) erinnert. Wie diese Gangart durch den Reiter erzwungen wird, so macht auch die eigenartige seitliche Bewegung des Vogels den Eindruck eines Zwanges, dem sich der Vogel vergeblich zu entziehen sucht. Man erwartet eine Bewegung in der Längsachse des Tieres, statt dessen gleitet

es wie an einem unsichtbaren Hindernis seitwärts im Bogen entlang und gewinnt nur wenig Raum gegen den Wind.

Diese Stellung des Vogels gestattet dem Beobachter, genau zu erkennen, aus welcher Richtung der Vogel den Flugwind empfindet. Da die seitliche Bewegung bei der Annäherung an den Anfangspunkt des neuen Kreises immer geringer wird, so lässt sich auch die Lage dieses Punktes dadurch feststellen, und damit kann man auch die Richtung des in der Region des Fluges herrschenden Windes feststellen.

Für den Vogel hat die transversale Lage den grossen Vorteil, dass er den Wind immer in gewohnter Weise genau von vorn empfindet, dass der Schnabel also immer in den Wind zeigt, und dass einseitige ablenkende Widerstände oder Druckwirkungen der Luft gegen die nach unten hervortretenden Körperoberflächen ausgeschlossen werden. Der Vogel hat also gleichsam den Wind völlig in seiner Gewalt, wie bei jeder anderen Flugart, da derselbe nur an den Flügeln motorisch angreifen kann.

Dies ist der Grund, warum auch im Luvhalbkreis der Vogel das sichtbare Bestreben hat, seine Längsachse nicht in die Flugrichtung, also tangential, sondern in die Richtung des Flugwindes einzustellen. Hierdurch vermindert er die Wirknng der seitlichen, centripetalen und aktiv vortreibenden Komponente des Flugwindes zu Gunsten der tragenden Wirkung und fliegt infolgedessen langsamer in etwas grösseren Kreisen. Ein stärkerer Wind erzwingt sich, wie gezeigt wurde, eine grössere Fluggeschwindigkeit auf kleinerem Kreise und veranlasst eine so starke Seitenneigung der Flugflächen, dass im Luvbogen ein merkliches Sinken des Vogels sich einstellt.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, dass der Vogel durch das Sinken im Luvbogen einen Vorrat von lebendiger Kraft gewinnt, die er im Leebogen wieder in entsprechende Hebung umsetzen kann. Natürlich erreicht der Vogel infolge der Hemmungswiderstände beim Emporgleiten die aufgewendete Höhe nicht vollständig wieder. Man würde daher die vertikale Schwankung des Vogels im Luv- und Leebogen nur als vielleicht unvermeidliche Nebenerscheinungen des Segelfluges ansehen können, die dem Fluge selbst eher nachteilig als förderlich wären, da sie den Weg verlängern und ermüdende Spannungsdifferenzen in den Flugmuskeln hervorrufen, ohne einen nützlichen lokomotorischen Antrieb zu zeitigen. Allein, dem ist nicht so, *diese Schwankungen haben da, wo sie auftreten, eine sehr wichtige, geradezu überraschend praktische Bedeutung für den Flug, sie sind das zweite Mittel, durch welches — bei stärkerem Winde — der Vogel dem gefährlichen Rückenwinde im Leebogen entgeht.* Sobald der Vogel in den Leebogen eingetreten ist und beim Leepunkt die zunehmende seitliche Abweichung des Flugwindes gewahr wird, bringt er mehr und mehr die Längsachse seines Körpers in eine schräg ansteigende Lage. Dadurch wird der Neigungswinkel seiner Flugflächen gegen den Flugwind derart vergrössert, dass auch durch Einwärtsneigen des Körpers der Wind immer noch mit der Unterseite der Flügel aufgefangen wird. So gewinnt

der Vogel dem Flugwinde sicher die für die Kreisbahn nötige centripetale Komponente ab und gleitet gleichzeitig auf der aufstrebenden Flügelfläche, wie auf einer schiefen Ebene empor und allmählich dem Winde entgegen. Diese für den Flug in Kreisen so

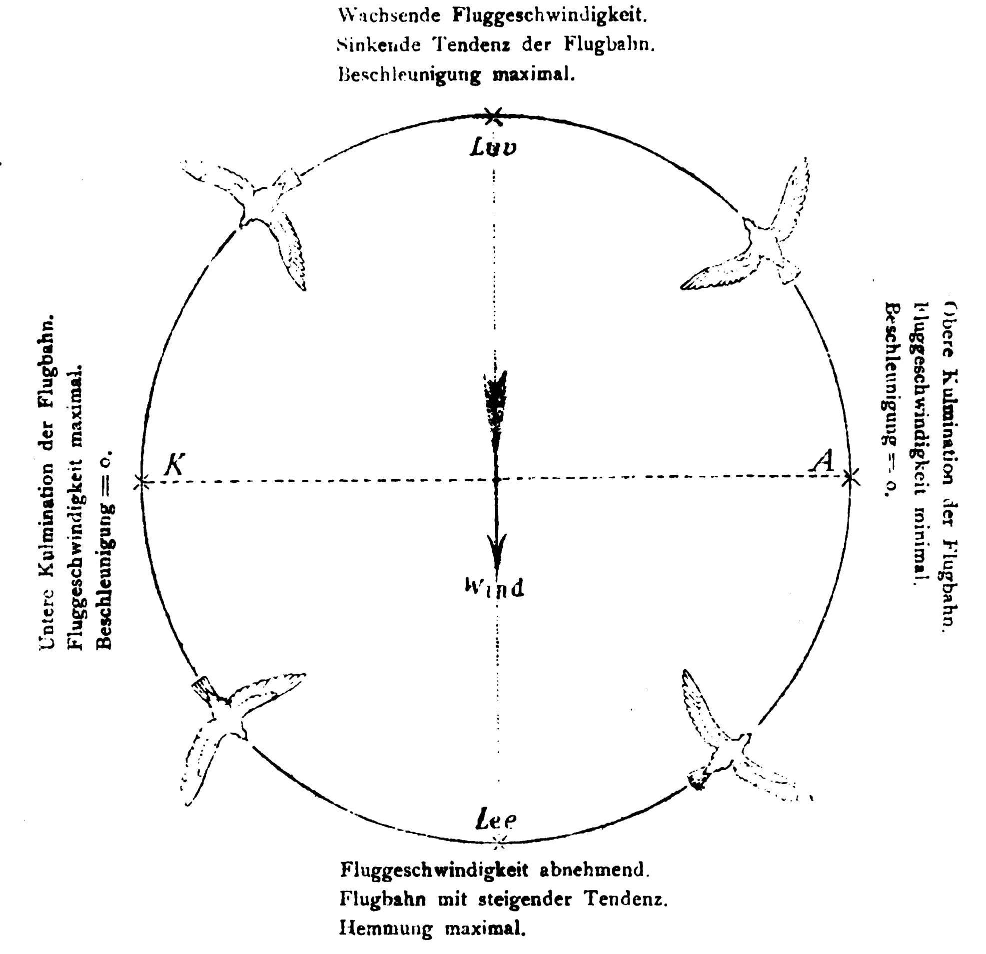


Fig. 51.
Diagramm des Segelfluges auf einer kreisförmigen Bahn.
A. Anfangspunkt, K. Kehrpunkt der Bahn.

sehr nützlichen Hebungen und Senkungen, ebenso wie die seitliche Neigung der Vögel sind hiernach die notwendigen Bedingungen, unter denen diese Art des Segelfluges in bewegter Luft erfolgen kann. Die Thätigkeit der Flugmuskulatur kommt dabei gar nicht in Frage, denn ob der Vogel den Kreis mit oder ohne Flügelschlag durchfliegt, die centralen Kräfte der Kreisbewegung, welche jene Erscheinungen hervorrufen und notwendig machen, wirken im einen wie im anderen Falle ganz gleich.

Man braucht daher, um die Hebungen und Senkungen, sowie die seitliche Neigung zu verfolgen, nicht durchaus *segelnde* Vögel zu beobachten, denn alle irgendwie im Kreise fliegende Vögel unterliegen denselben Flugbedingungen und zeigen in ganz analoger Weise, was die Theorie erfordert.

Täglich habe ich die Freude, von meinem Arbeitsplatz aus einen Taubenschwarm zu beobachten, der unermüdlich in kleinen und grossen Kreisen über seinem nahen Schlage fliegt und oft kaum 10 m von mir vorüberstreift. Wenn dann ein Wind die Luft bewegt, dessen Richtung durch den Rauch der Schornsteine angegeben wird, so erscheinen nicht nur die Hebungen und Senkungen an den vorher bestimmten Stellen: auch die seitliche Neigung und die Zunahme der Fluggeschwindigkeit erfolgen genau den theoretischen Folgerungen gemäss.

Je stärker der Wind ist, um so schneller vollzieht sich die Umbiegung der Bahn im Luvpunkte. Die Tiere suchen, nachdem sie die Höhe wiedergewonnen haben, einen Augenblick gegen den Wind mit sehr schwacher Flügelbewegung anzuschweben, dann erfolgt schnell unter ca. 60—80° seitlicher Neigung und mit schnell hintereinander ausgeführten Flügelschlägen von geringer Amplitude das Abbiegen nach Lee. Ebensoschnell nimmt die Zahl der Flügelschläge gegen den Seiten- oder Kehrpunkt der Bahn ab, der mit minimaler Schlagfrequenz in grösster Geschwindigkeit durchflogen wird. Dann beginnt im Leebogen mit zunehmendem Kraftaufwand und energischer Thätigkeit die Flugarbeit, die den Vogel wieder dem Luvbogen entgegenführt. Das geringe Gewicht der Tiere, der Mangel der Masse ihres Körpers hat das schnelle Umbiegen im Luvpunkte mit starker Seitenneigung und sinkender Tendenz des Fluges zur Folge.

Das nebenstehende Diagramm des Segelfluges auf kreisförmiger Bahn veranschaulicht den Verlauf der Bewegung gemäss den vorstehenden näheren Darlegungen.

5. Von welchen körperlichen Eigenschaften hängt das Segelvermögen der Vögel ab?

In dem Abschnitte über die Formen des Vogelflügels wurde des näheren ausgeführt, dass die lange und schmale *Flügelform* vom Albatrostypus und nächst dieser die Flügel vom Adlertypus mit getrennten Handschwingen einen Vogel besonders zum Segeln geeignet machen. Wir können uns daher hier darauf beschränken, auf jene Mitteilungen und ihre aërodynamische Begründung zu verweisen.

Aus dem Avanzini'schen Gesetz und den experimentellen aërodynamischen Nachweisungen Langley's ergiebt sich, wie sehr die langen und schmalen Flügel- und Schwungfederformen zur *Ausnutzung des Luftwiderstandes bei kleinen Neigungswinkeln* geeignet sind. Da die Segler keine oder nur vereinzelte Flügelschläge ausführen, und dadurch

den Stosswinkel der Luft gegen den Flügel vergrössern, so sind die Neigungswinkel ihrer Flugflächen thatsächlich erheblich geringer, als bei den Rudervögeln. Solche Neigungswinkel haben aber den grossen Vorteil, dass der Luftwiderstand, absolut genommen, zwar geringer ist, als bei grossen Winkeln, dass aber die nützliche Wirkung desselben am Flügel relativ günstiger ist, als dort, wie dies durch die Figur 1 veranschaulicht wurde. Der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes liegt — zumal bei schmalen Flügeln — während des Segelns nahe der Mitte der Flügellänge. Beim Flügelschlag wirkt der Widerstand weit mehr gegen die Spitze, als gegen die Flügelbasis, und sein Angriffspunkt verschiebt sich daher gegen die Spitze; der Hebelarm des Widerstandes ist länger, als beim Segeln. Da nun die Flugmuskeln dem Luftwiderstande das Gleichgewicht halten müssen, so ergiebt sich, dass auch die Muskelkraft der Segler besser ausgenutzt und weniger zur Erzeugung und Beseitigung hemmenden Widerstandes verwendet wird, als dies bei den echten Rudervögeln der Fall ist.

Man kann hieraus a priori den Schluss ziehen, dass *die Segler eine relativ geringere Menge von Muskelkraft und Muskelsubstanz nötig haben und besitzen werden, als die Rudervögel.* Die folgenden Mitteilungen werden diesen Schluss im vollen Umfange bestätigen.

Will man die Flugmuskelmengen zweier Flugtiere miteinander vergleichen, so genügt es selbstverständlich nicht, die Muskelgewichte p einfach nebeneinanderzu stellen. Aber man erhält auch kein richtiges Bild des Verhältnisses, wenn man sie auf das ungleiche Körpergewicht P der Tiere bezieht und die Quotienten $\frac{p}{P}$ bei den einzelnen Arten vergleicht, denn das Verhältnis zwischen Flugmuskulatur und Körpergewicht ist nur ein Ausdruck für die ungleiche *Belastung* des Flugapparates der verschiedenen Arten der Flugtiere und giebt uns über die Flugmuskulatur als wesentliches Glied innerhalb des Flugmechanismus keinen vergleichsfähigen Aufschluss. Um dies zu erreichen, hat man, wie ich in meinem »Flug der Fische«*) näher auseinandergesetzt habe (S. 14, 15), die Flugmuskulatur p in ihrem Verhältnis zur Flugfläche f zu bestimmen, ohne auf die verschiedene Belastung Rücksicht zu nehmen. Dieses Verhältnis, das ich als die *»spezifische Flügelbespannung«* bezeichnete, ist ein Mass für die auf die Flächeneinheit des Flügels durchschnittlich entfallende Muskelkraft, gestattet aber auch einen Schluss auf die Frequenz des Flügelschlages, zu welchem der betreffende Flugapparat fähig ist, denn die Anzahl der in gleichen Zeiten ausführbaren Flügelschläge steht im direkten Verhältnis zur Muskelkraft und in einem umgekehrten Verhältnis zur Grösse des Flügels. Da es nur Sinn hat, Grössen von gleichen Dimensionen zu vergleichen, so habe ich a. a. O. auch nicht das Verhältnis p : f, sondern das Verhältnis $\sqrt[3]{p} : \sqrt{f}$ als spezifische Flügelbespannung bestimmt, wobei mir die Messungen von

*) Programm des Realgymnasiums des Johanneums Hamburg. 1895.

Harting*) und Legal & Reichel**) in der von K. Müllenhoff***) reduzierten Form als Unterlage dienten. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind auszugsweise in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle.

des Verhältnisses der **Flügelbespannung** $\frac{\sqrt[3]{p}}{\sqrt{f}}.100$ bei der Honigbiene und den Vögeln.

(p Gewicht der gesamten Flugmuskulatur
f Flugfläche der Flügel.)

No.	Artnamen	$\frac{\sqrt[3]{p}}{\sqrt{f}}.100$	No.	Artnamen	$\frac{\sqrt[3]{p}}{\sqrt{f}}.100$
1	*Honigbiene* Apis mellifica	**32.5**	16	*Dohle* Corvus monedula	**16.0**
2	*Rebhuhn* Perdix cinerea.	**25.0**	17	*Kiebitz* Vanellus cristatus	**15.0**
3	*Seidenschwanz* Bombycilla garrula	**24.0**	18	*Saatkrähe* Corvus frugilegus	**15.0**
4	*Hänfling* Fringilla cannabina	**23.0**	19	*Rabenkrähe* Corvus cornix	**14.0**
5	*Sperling* Passer domesticus	**23.0**	20	*Turmfalk* Falco tinnunculus	**14.0**
6	*Stockente* Anas boschas	**22.0**	21	*Feldlerche* Alauda arvensis	**14.0**
7	*Star* Sturnus vulgaris	**20.0**	22	*Storch* Ciconia alba	**14.0**
8	*Haustaube* Columba domestica	**19.0**	23	*Gemeiner Kauz* Syrnium aluco	**13.0**
9	*Austernfischer* Haematopus ostralegus	**19.0**	24	*Seeadler* Aquila haliaëtus	**12.0**
10	*Brachvogel* Numenius arquatus	**19.0**	25	*Graumöwe* Larus canus	**12.0**
11	*Grünspecht* Picus viridis	**18.0**	26	*Lachmöwe* Larus ridibundus	**12.0**
12	*Schwarzdrossel* Turdus merula	**18.0**	27	*Silbermöwe* Larus argentatus	**13 0**
13	*Trappe* Otis tarda	**17.0**	28	*Desgl.*	**11.0**
14	*Kohlmeise* Parus major	**16.0**	29	*Seeschwalbe* Sterna hirundo	**11.0**
15	*Teichhuhn* Fulica atra	**16.0**	30	*Bussard* Buteo vulgaris	**11.0**

*) Harting. Observations sur l'étendue relative des ailes etc. Arch. Néerlandaises d. sc. nat. IV. 1869.
**) Legal & Reichel »Aus dem Anatomischen Instit. zu Breslau. 1882.
***) K. Müllenhoff. Die Grösse der Flugflächen. (Pflügers Archiv. Bd. 35 1885. S. 407—453.)

In dieser Tabelle sind die verschiedenen Flugtiere nach der Grösse ihrer *spezifischen Flügelbespannung* geordnet. Ein Blick auf die Reihe zeigt, dass die echten Ruderer, die sich ausschliesslich durch schnellen Flügelschlag fortbewegen und zum Segelfluge ungeeignet sind, die stärkst bespannten Flügel besitzen. Am obersten Ende und allen Vögeln voran steht die Honigbiene mit 32.5 als Vertreterin der rapide schwirrenden Insekten, dann folgt in weitem Abstande das Rebhuhn (25.0), das von allen Vögeln die stärkste Flugmuskulatur besitzt. Die übrigen Vögel ordnen sich in eine von 25.0 bis 11.0 fallende Reihe, an deren unterem Ende erst die echten Segler, die Raubvögel und Möwen, erscheinen. *Es ist also Thatsache, was wir oben aus den anatomischen und aërodynamischen Verhältnissen der Flügel a priori geschlossen haben, dass die segelnden Vögel eine geringere Flügelbespannung, eine relativ schwächere Muskulatur besitzen, als die echten Rudervögel.* Die charakteristische Gestalt ihrer Flügel, welche ihnen gestattet, die Flugflächen unter kleinsten Neigungswinkeln dem Winde entgegenzustellen, macht sie dennoch zu den geschicktesten und besten Fliegern in der bewegten Luft. Je schmäler und flacher die Flügel sind, desto leichter und sicherer durchschneiden sie die Luft, desto vollkommener und mannigfaltiger ist die Segelfähigkeit, wie wir sie bei den Möwen und Sturmvögeln bewundern. Der breitere und mehr gewölbte Flügel der Raubvögel hat zwar den Vorzug der gleichzeitigen, besseren Verwendbarkeit zum Ruderflug, aber er ist weniger leicht lenkbar und verstellbar, als der Albatrosflügel, und daher ist auch das Segelvermögen dieser Tiere fast ganz auf das Segeln in kreisähnlichen Bahnen beschränkt, bei welchem keine, oder nur unbedeutende Aenderungen der Flügelstellung nötig sind.

Neben der Anwendung kleiner Neigungswinkel kommt den Seglern noch zu statten, dass *die Leistungen ihrer Muskeln gleichförmig über die ganze Zeit des Fluges verteilt* sind, statt, wie bei den Ruderern, in rhythmischen Kontraktionen zu bestehen. Die Arbeit des Flügelrückschlages, sofern eine solche damit verbunden ist, wird ihnen erspart; sie leisten überhaupt beim eigentlichen Segeln keine äussere, sichtbare Arbeit, sondern die Funktion ihrer Muskeln ist die Erzeugung einer Spannung, die den Flügel in der Segelstellung erhält; ihre Arbeit ist also nur eine innere, die in molekularen, chemischen Umsetzungen der Muskel- und Nervenmassen besteht und einen Ersatz durch Atmung und Ernährung erfordert.

Mit der gleichförmigen Beanspruchung der Flugmuskeln steht offenbar eine andere, sehr merkwürdige, anatomische Thatsache in Einklang, welche von Marey*) (vol. d. ois. S. 99) erwähnt wird, und auf die ich bereits in meiner Arbeit über den Flug der Fische besonders hingewiesen habe.**) »Wenn man«, so führt Marey aus, »Vögel

*) Aus dem anatomischen Institut zu Breslau 1882.

**) Flug der Fische. Programm des Realgymnasiums des Johanneums. Hamburg 1895. — S. 23 f.

verschiedener Typen hinsichtlich der mittleren Richtung der Fasern des grossen Brustmuskels vergleicht, so findet man sehr grosse Unterschiede. Allem Anscheine nach steht die Zugrichtung des grossen Brustmuskels in Beziehung zu der einer jeden Art eigenen Flugweise. Im allgemeinen haben *die Rudervögel schräge Fasern des grossen Brustmuskels, während bei den Seglern diese Fasern sich mehr der Vertikalrichtung nähern.«* Worin nun die näheren Beziehungen zwischen der Anordnung der Muskeln und der Art zu fliegen bestehen, giebt Marey nicht weiter an.

Es ist ohne weiteres klar, dass durch die Hauptrichtung der Muskelfasern auch die Zugrichtung bestimmt ist. Der Brustmuskel eines Rudervogels, der mehr schräg nach hinten gerichtet ist, wird daher am Flügel einen mehr nach hinten gerichteten Zug ausüben, als der mehr vertikal stehende Muskel eines Seglers, dessen Zug eine stärkere Komponente nach unten hat. Bei den Flugfischen geht der Zug der Muskeln, wie ihre Richtung, sogar nach vorn und unten.

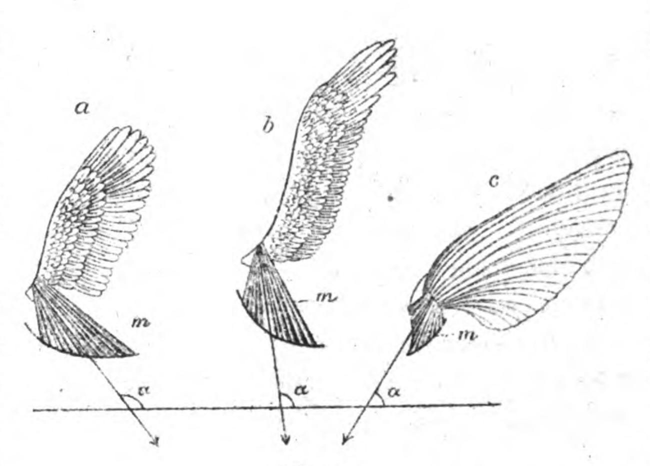


Fig. 52.
Schematische Darstellung der mittleren Zugrichtung des grossen Flugmuskels:
a) Rudervogel, b) Segelvogel, c) Flugfisch.

Fig. 52. Es braucht kaum gesagt zu werden, dass der Hauptzug der Flugmuskeln immer dem Hauptdrucke des lokomotorischen Luftwiderstandes entgegengesetzt gerichtet ist. Hieraus folgt, dass die Muskeln der Flugfische nur einem nach oben und hinten gehenden, hebenden und hemmenden Widerstande das Gleichgewicht halten können, und dass sie zur Ausführung eines vorwärtstreibenden Flügelschlages nicht eingerichtet sind. Daher sind diese Tiere auch nur zum einfachen, passiven Gleitfluge ohne aktiven Flügelschlag befähigt.

Bei allen Vögeln dagegen hat der Zug der Flugmuskeln auch eine nach hinten gehende Komponente, alle können daher durch ihren Flügelschlag auch einen nach vorn gerichteten, also vortreibenden Luftwiderstand ausnutzen, und so willkürlich einen lokomotorischen Antrieb für den Flug schaffen. Zwischen Seglern und typischen Rudervögeln besteht nur der Unterschied, dass die letzteren einen stärkeren Antrieb nach vorn hervorrufen können, als die ersteren, deren Muskelzug mehr der Schwere entgegengerichtet ist. Den Grund für dieses abweichende Verhalten glaube ich nur darin erblicken zu sollen, dass der Antrieb bei den Rudervögeln mit jedem Flügelschlage stossweise und daher mit starker Spannung erfolgt, während er sich beim Segeln gleich-

mässiger über die ganze Zeit des Fluges im Luvbogen verteilt und somit auch nur eine schwächere Muskelspannung erfordert. Darum ist die Entwickelung der Flugmuskeln beiden Seglern mehr nach der zum Tragen und Heben günstigen Vertikalrichtung erfolgt, und bei den Ruderern sind die Muskeln nicht nur durch allgemeine Verstärkung, sondern auch durch teilweise mehr horizontale Lagerung zur Erzeugung eines stärker vorwärtstreibenden Zuges befähigt worden.

So hängt das Segelvermögen der Vögel in entscheidender Weise von der Gestalt der Flügel und der Anordnung der mit ihnen verbundenen Muskeln, kurz von der *Beschaffenheit des Flugapparates* ab. Aber auch die Grösse der Vögel, das *Gewicht, welches den Flugapparat belastet,* ist von Bedeutung für den Verlauf des Fluges. Der Hemmungswiderstand, den ein Vogel im Fluge erfährt, ist zwar bei einem grossen Vogel, absolut genommen, grösser, als bei einem kleinen, relativ genommen stellt sich jedoch das umgekehrte Verhältnis heraus. Bei ähnlichen Körperformen ist der Widerstand von der Grösse der Oberflächen abhängig, welche die Luft streicht. Die Oberflächen nehmen nun aber nicht in demselben Grade zu, wie die Masse, das Gewicht des Körpers, denn wenn dieses im kubischen Verhältnis wächst, so vergrössert sich die Fläche erst im quadratischen Verhältnis. Aus diesem Grunde erfährt daher der grössere Vogel einen relativ geringeren Hemmungswiderstand, als der kleinere. Allein diese Hemmungsunterschiede und ebenso diejenigen, welche von der ungleichen Fluggeschwindigkeit abhängen, sind für das Segelvermögen nicht von entscheidender Bedeutung, denn wir sehen die kleinen und schnellen Turmschwalben mit ebensogrosser Vollkommenheit segeln, wie die weit langsameren Möven und den Albatros.

Weit wichtiger ist der Einfluss, den die grössere Masse, die stärkere Belastung des Flugapparates, auf den Gang des Fluges ausübt. Sie verleiht dem Vogel eine grössere Stabilität und eine grössere mechanische Trägheit, die ihn widerstandsfähig macht gegen die mancherlei unregelmässigen Nebenwirkungen des pulsierenden Windes, denen der kleinere Vogel nur durch geschickte Steuerung seiner Flügel entgeht; sie verzögert den Eintritt und das Ende der Flugbewegung, zu welcher die lebendige Kraft des Windes den Antrieb giebt, sie vergrössert die Radien der Luv- und Leebogen, welche ein zunehmender Wind verkleinert, und wirkt so passiv gestaltend auf den Verlauf der mannigfaltig wechselnden Flugbahnen ein. Die Schwalben und Segler kreisen nur bei schwachen Winden und gehen zum unregelmässigen Segeln über, wenn die Windstärke einen gewissen Grad übersteigt; denn wegen ihrer geringen Masse müsste die Kreisbewegung bald in ein schnelles Herumwirbeln auf so engen, kleinen Bahnen übergehen, dass die Leitung des Fluges die physischen Kräfte des Vogels überstiege. Wenn aber einmal der Mensch die praktische Fähigkeit erworben haben wird, das Segeln der Vögel nachzuahmen, das unserem theoretischen Verständnis nun keine Schwierigkeiten mehr bietet, so werden ihn die schmalen Flügel seiner centnerweise belasteten Flugmaschine auch im starken Sturme in ruhigen, weiten Kreisen durch die Luft dahintragen.

6. Die Arten des Segelfluges.

Nachdem wir durch die bisherigen Betrachtungen über alle wesentlichen Erscheinungen des Segelfluges und ihre mechanischen Ursachen ins klare gekommen sind, erübrigt nun noch eine Besprechung der verschiedenen Abarten des Segelfluges. Als solche unterscheiden wir:

1. das Segeln in Kreisen oder Ellipsen an einem Orte;
2. den Kreisflug mit Abdrift oder den Driftflug;
3. den ansteigenden Spiralflug;
4. den unregelmässigen Segelflug der Möven, Sturmvögel und Segler.

1. *Der Segelflug in Kreisen oder Ellipsen.* Da die geschlossenen kreisähnlichen Bahnen des stationären Rundfluges stets, besonders aber bei mittleren und starken Winden, eine geneigte Lage haben, die Luvbogen mit sinkender, die Leebogen mit steigender Tendenz, so werden sie bei genauerem Zusehen von unten oder von einem im Niveau liegenden Standpunkte — meist in einer mehr oder weniger deutlich elliptischen Gestalt erscheinen. Genaue Angaben über die Excentrizität der elliptischen Bahnen liegen nicht vor, doch scheint es sich immer nur um Ellipsen mit geringem Abstande der Brennpunkte zu handeln.

Nach den von Marey (vol. d. ois. S. 14—17) mitgeteilten Beobachtungen von E. J. Basté (L'Aéronaute 1887) sollen die Vögel, um *gegen* den Wind einen ebensolangen Ellipsenbogen zurücklegen zu können, wie *mit* dem Winde, auf dem Wege vom Leepunkte zum Luvpunkte eigenartige, regelmässige, vertikale Oscillationen ausführen, wie ein Schiff, das über die Wellen des Meeres hinweggleitet. Basté ist der Ansicht, dass ein Vogel durch abwechselnde Vergrösserung und Verkleinerung der Flugflächen, resp. ihres Neigungswinkels Fortschritte gegen den Wind machen könne. Bei jedem Oeffnen der Flügel soll der Vogel gehoben werden, bei jedem Schliessen oder Zurücklegen soll er durch Fallen vorwärtskommen. Diese Ansicht von dem Zustandekommen des lokomotorischen Antriebes beim Segelfluge ist im Grunde mit der des Lord Rayleigh, Langley's und anderer Autoren identisch, nur dass sie die Intermittenzen des Luftwiderstandes durch aktive Thätigkeit des Vogels entstehen lässt, statt durch den Wind selber. Der Fehler liegt auch hier in der Vernachlässigung der Flughemmungen. Der Vogel wird mit seinen weiter entfalteten Flügeln nicht nur stärker gehoben, sondern noch mehr gehemmt, so dass er wie ein Drachen mit durchschnittenem Bande rücklings zu Boden stürzen müsste. Das Nähere ist oben in der Kritik der Hypothese Langley's ausgeführt. Basté hat auch jene regelmässigen vertikalen Schwankungen gar nicht, wie man glauben könnte, selber *beobachtet*, aus dem einfachen, aber durchschlagenden Grunde, weil sie gar nicht existieren. Denn, wo beim planement sur place die Künste des Vogels beschrieben werden, durch die er jene Schwankungen hervor-

rufen soll, wird besonders hervorgehoben, dass dieselben wegen der bedeutenden Höhe des Vogels nicht zu sehen seien, dass der Vogel daher thatsächlich bewegungslos erscheine. — Wir wissen, dass auf dem Wege gegen den Wind vertikale Schwankungen beim Segeln auftreten können, die nicht durch den Vogel, sondern durch Windstösse erzeugt werden. Solche Schwankungen sind aber, wie die Windstösse, ganz unregelmässig, sie fördern nicht den Flug, sondern sie schaden ihm, und der Vogel sucht ihnen zu entgehen dadurch, dass er — umgekehrt wie Basté meint — die Flügel zurückbiegt und verkleinert, wenn der Windstoss und die stärkere Hebung und Hemmung erfolgt, und dass er die Flächen und Neigungswinkel zu vergrössern trachtet, wenn dem Stosse das Abflauen des Windes und die Senkung des Vogels folgt.

Was hier von Basté's Erklärung des Segelns auf kreisähnlicher, ellipitischer Bahn gesagt ist, gilt auch von seinen Angaben über das Schweben an einem Punkte (planement sur place), sowie über das Ansegeln gegen den Wind vermittelst vertikaler Oscillationen. Ohne Flügelschlag kann der Vogel nur durch Herabsinken oder echtes Segeln im Luvbogen neuen lokomotorischen Antrieb gewinnen. Jeder annähernd horizontale, gerade gegen den Wind gerichtete Schwebflug, möge er nun geradlinig oder auf welligen Bahnen stattfinden, wie es nach Basté beim Schwalbenweih sein soll, muss mit mechanischer Notwendigkeit alsbald sein Ende erreichen, da keine Kraft vorhanden ist, welche zur Beseitigung des hemmenden Luftwiderstandes aufgeboten würde.

Die Grösse der kreisähnlichen Segelbahnen steht in einem gewissen direkten Verhältnis zur Masse des Vogels und in einem umgekehrten Verhältnis zur Stärke des herrschenden Windes. Je grösser der Vogel und je schwächer der Wind, desto grösser sind auch die Durchmesser der Kreise oder Ellipsen. Ausserdem ist auch die Grösse und Form der Flügel von wesentlicher Bedeutung. Lange und schmale Flügel, die säbelartig in die Luft einschneiden und die Benutzung kleinster Neigungswinkel gestatten, erlauben dem Vogel, auch grössere Kreise zu ziehen, als breitere Flügel, die für den Ruderflug bestimmt sind. Bei starkem, böigem Sturme wird den breitflügligen Segelvögeln vom Typus des Adlers das Segeln sehr erschwert, da sie mit ihren gewölbten Flugflächen die kleinen Neigungswinkel nicht mehr herstellen können, welche nötig sind, um ohne Schaden und übermässige Anstrengung den heftigen Pulsationen des Windes zu begegnen. In solchen Stürmen erscheint der lebhafte Segelflug der Möwen und Sturmvögel wie ein munteres Spiel, denn leicht und sicher lassen sich ihre langen, schmalen Flügel im Winde regieren.

Was die genaueren Formen der kreisähnlichen Segelbahnen anbetrifft, so müssen dieselben im Einzelfalle mannigfachen Abänderungen unterworfen sein, da sie von der Natur des Windes, den Formen des Flügels und dem Willen des Vogels abhängig sind. Es steht dem Vogel frei, die im Luvbogen gewonnene Geschwindigkeit und lebendige Kraft nach Belieben zu verwenden. Will er aber über einem bestimmten Orte ohne

Abdrift seine Kreise ziehen, so hat er allem Anscheine nach nur innerhalb sehr enger Grenzen die Wahl, seiner Bahn eine mehr elliptische Gestalt zu geben, da sonst eben Abdrift eintritt. Nur wenn die ganze Bewegung eine sinkende Tendenz hätte, würde der Vogel, theoretisch wenigstens, die Möglichkeit haben, ohne Abdrift elliptische Bahnen von grosser Fokaldistanz zu durchfliegen.

2. *Der Kreisflug mit Abdrift oder der Driftflug.* Diese Art des Segelfluges vollzieht sich in annähernd horizontalen Schleifenlinien, welche durch allmähliche Verschiebung der Kreisbahnen in der Richtung mit dem Winde zu stande kommt. Die Störche z. B. wenden diesen Flug an, um sich vom Winde langsam forttragen zu lassen.

Die im Luvbogen gewonnene Geschwindigkeit wird bei dieser Flugart dazu verwandt, um in der Gegend des Kehrpunktes der Bahn eine möglichst weite Strecke im flacheren Bogen dem Winde voraufzueilen; nur so viel wird von der lebendigen Kraft des Vogels diesem Zwecke entzogen, als zur Ausführung eines kurzen, natürlich ansteigenden Leebogens nötig ist. Es kommt hierbei nicht auf ein genau bestimmtes Mass von Kraft an, denn der Flug im Leebogen kann jederzeit, wenn die lebendige Kraft verbraucht ist, beendigt und in einen Luvbogen übergeleitet werden. Wenn nämlich mit abnehmender Fluggeschwindigkeit der Flugwind zunehmend in die Richtung des herrschenden Windes übergeht, so wird gleichzeitig der Vogel wie eine Wetterfahne gegen den Wind gedreht, so dass er mit dem Schnabel in den Wind zeigt. Ob diese Drehung aktiver oder passiver Art ist, ob sie durch Steuerung bewirkt wird, oder ob sie die Folge der vorhandenen Anordnung des Flugapparates ist, muss ich dahingestellt sein lassen. Ich vermute aber, dass die Drehung passiv erfolgt. Wie dem auch sei, jedenfalls wird der Vogel durch »Beidrehen« in die Windrichtung vor schädlicher Beeinflussung bewahrt, er behält den Wind unter seinen durch die Schwere gespannten Flügeln und kann sinkend die zur Einleitung des Fluges im neuen Luvbogen nötige lebendige Kraft erlangen.

Ich hatte Gelegenheit, auf dem Exerzierplatze in Wismar die Einzelheiten dieser Flugart an einer Gesellschaft »jagender« Störche zu beobachten, die in mässiger Höhe über meinem Standpunkte hinwegzogen. Die Tiere hatten, nachdem sie im Leebogen emporgeglitten waren, ihren ganzen Vorrat an lebendiger Kraft aufgezehrt; so standen sie im Anfangspunkte eines neuen Kreises jedesmal, von der vollen Kraft des herrschenden Windes getragen, scheinbar ruhig an einer Stelle. Dann gerieten sie langsam in eine horizontal drehende Bewegung, als ob das durch ihren langgestreckten Körper und die querstehenden Flügel gebildete Kreuz um den Kreuzpunkt verschoben würde. Während in dieser eigenartigen Drehung auf der Stelle der Wind mehr und mehr seitlich auf die Flugflächen traf, setzte die Fortbewegung mit zunehmender Geschwindigkeit gegen den Wind ein. Da die Drehung im Zenith stattfand, so musste die gleichzeitig sinkende Bewegung des Vogels, ohne welche er hätte zurücktreiben müssen, der Beobachtung ent-

gehen; erst mit zunehmender seitlicher Entfernung im Luvbogen wurde die sinkende Tendenz des Vogels unverkennbar. Hier wurde offenbar ein beträchtliches Stück des ersten Quadranten vom Luvbogen gleichsam auf der Stelle durchflogen. Da in diesem Teile des Kreises der motorische Antrieb des Windes minimal anhebt, so genügte er zunächst nur, um die Flughemmung zu überwinden; und erst mit dem grösseren seitlichen Stosswinkel und der grösseren centripetalen Windkomponente trat der sichtbare Antrieb ein. Nach meiner Beobachtung, der allerdings keine bestimmten Messungen zu Grunde liegen, hatte die Flugbahn der Störche in horizontaler Projektion die Gestalt der Figur 53, I, während die vertikale Projektion der abgewickelten Schleifenlinie etwa der Figur 53, II, entsprechen würde.

3. *Der ansteigende Spiralflug* unterscheidet sich von dem *Driftflug* wesentlich dadurch, dass die im Luvbogen gewonnene Geschwindigkeit nicht zur horizontalen Fortbewegung, sondern zur Hebung des Vogels verwendet wird. Die Hebung erfolgt natürlich der Hauptsache nach im zweiten Quadranten des Leebogens, aber nicht so ausschliesslich, wie beim Driftfluge. Wenn der Vogel einen Teil der lebendigen Kraft noch mit in den Luvbogen hinübernimmt so kann es kommen, dass während der ganzen Spiraltour Steigung stattfindet, oder dass das Herabsinken des Vogels im Luvbogen ermässigt und statt dessen eine mehr horizontale oder schwächer ansteigende Fluglinie eingeschaltet wird. Im Grenzfall müssten die vertikalen Schwankungen im Luv- und Leebogen ganz verschwinden, und der Vogel müsste mit einem konstanten Erhebungswinkel seine Bahn nach oben verfolgen.

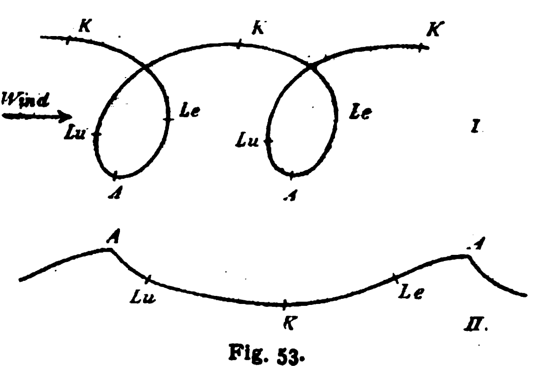


Fig. 53.
Driftflugbahn eines Storches nach subjektiver Beobachtung.
I. Horizontalprojektion.
II. Die abgewickelte Bahn auf eine Vertikalebene projiciert.
A Anfangspunkt der Luvbogen.
K Kehrpunkt oder Anfangspunkt des Leebogens.
Lu Luvpunkt.
Le Leepunkt.

In der folgenden Abbildung sind diese verschiedenen Möglichkeiten des Verlaufes der ansteigenden Schraubenspirale in Form abgewickelter Kurven dargestellt. Die Schnittpunkte der Kurven mit den Transversalen A und K bezeichnen die Lage des Anfangs- und Kehrpunktes jedes Schraubenganges. Zwischen den Schnitten A und K liegt die Flugstrecke des Luvbogens, dahinter, zwischen K und A, der Leebogen. Die Zu- und Abnahme der Fluggeschwindigkeit ist durch Teilung der Kurve in Abschnitte, die in gleichen Zeiten durchflogen werden, veranschaulicht. Denkt man die Kurven als schmale Papierstreifen ausgeschnitten und um einen Cylinder geklebt, dessen

halber Umfang gleich dem Abstande der beiden Transversalen A und K ist, so ergiebt sich die spiralige Flugbahn.

Nur eins ist noch hervorzuheben, dass nämlich die Achse, um welche sich die Spirale dreht, niemals senkrecht steht, sondern immer vom Winde fortgeneigt ist. Der Vogel erfährt also auch bei dieser Art von Segelflug eine gewisse *Abdrift in der Windrichtung;* aber hier ist die Abdrift eine minimale, und der Vogel sucht ihr zu entgehen, während beim Driftfluge in horizontalen Schleifenlinien die Bewegung gleichsam auf

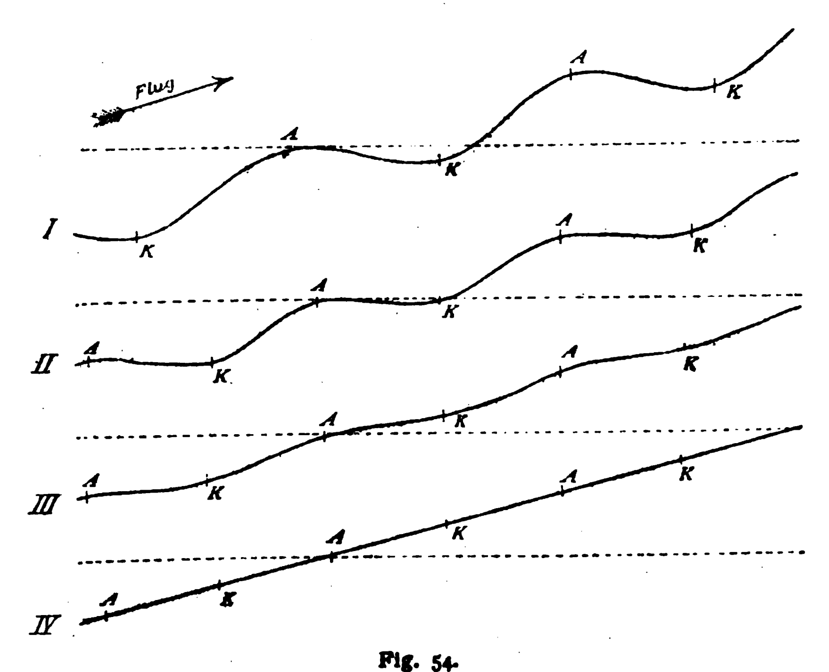


Fig. 54.
Abgewickelte spiralige Segelbahnen in Vertikalprojektion (schematisch). Die Kurve I zeigt das Sinken im Luvbogen AK. Im II. Fall wird der Luvbogen in der Horizontale durchflogen. Bei III steigt die Bahn auch im Luvbogen, wenngleich schwächer als im Leebogen AK. Die Linie IV stellt den Grenzfall dar ohne vertikale Schwankungen.

maximale Abdrift eingestellt ist. So nähert sich nach meinen Beobachtungen die Grösse der Abdrift beim Driftfluge der Geschwindigkeit des herrschenden Windes, und beim ansteigenden Spiralfluge erlangt sie nur geringe Werte über Null. Setzt man die Windstärke gleich Eins, so liegt demnach die Abdrift zwischen den Grenzen Null und Eins. Es wäre in hohem Grade wünschenswert, dass genauere Messungen über die Grösse der Abdrift bei verschiedener Windstärke und verschiedenen Tieren durchgeführt würden. Es würde sich dadurch vielleicht erkennen lassen, von welchen mechanischen Faktoren die Abdrift abhängt. Einstweilen ist nur als Ergebnis der Beobachtung zu konstatieren, dass die segelnden Vögel ihre Schraubenspiralen niemals senkrecht oder gar, gegen den

Wind geneigt, vortreibend emporwinden, sondern dass immer eine unverkennbare Abdrift erfolgt. Und im Driftflug haben zwar die jagenden Störche in der Gegend des Kehrpunktes eines jeden Rundfluges eine beträchtlich grössere Geschwindigkeit, als der Wind, allein, da sie alsbald gegen den Wind umkehren und so eine bedeutende Strecke zurückfliegen, so schreiten sie allem Anscheine nach im ganzen doch langsamer über die Gegend fort, als der herrschende Wind.

Wie beim Driftfluge, so kommt auch beim ansteigenden Spiralfluge die Abdrift dadurch zu stande, dass der Vogel auf dem vom Luvpunkte bis zum Leepunkte seiner Bahn reichenden Bogen mit grösserer Geschwindigkeit eine grössere horizontale Entfernung zurücklegt, als auf dem rückläufigen Bogen von Lee nach Luv, mit anderen Worten, dass die beiden seitlichen Halbkreise von ungleicher Länge sind: sie bilden zusammen keinen vollen Kreis, sondern einen Spiralgang. Beim Driftflug liegen die aufeinanderfolgenden Luvpunkte zwar in gleicher Höhe, aber horizontal weit voneinander entfernt; in der steigenden Spirale liegen sie horizontal näher zusammen, aber sie sind dafür vertikal gegeneinander verschoben, der folgende Luvpunkt liegt immer höher, als der vorhergehende.

Ein Vogel, der stationär im Kreise segelt, erhält in jedem Luvbogen einen Antrieb, der zur Unterhaltung des Kreisfluges gerade hinreicht. Da die treibende Kraft des Windes in jedem Einzelfalle als konstant zu setzen ist, da ferner die Flugflächen und das Gewicht des Vogels unveränderlich sind, so wird im allgemeinen der Durchmesser des Kreises oder die Länge der Kreisbahn im wesentlichen von der jedesmaligen Windstärke abhängen. Bei stärkerem Winde wird ceteris paribus die Kreisbahn kleiner sein, als bei schwächerer Luftströmung. Wenn nun der Vogel den erhaltenen Antrieb nicht benutzt, um zum Anfangspunkte der Kreisbahn zurückzukehren, sondern um sich forttreiben zu lassen oder emporzusteigen, so ist klar, dass er dann auch den Anfangspunkt nicht erreichen kann, und dass er vielmehr eine grössere oder geringere Abdrift erfährt, da er ja einen Teil seiner lebendigen Kraft für eben diese anderen Zwecke verwendet.

Beim Driftflug ist die Abdrift Flugzweck, aber beim Emporsteigen auf spiraliger Bahn ist sie jedenfalls eine Begleiterscheinung, welche an sich dem Zwecke der Hebung des Vogels nicht förderlich ist und die daher einen mechanischen Nachteil bedeutet. Man könnte daher fragen, warum der Vogel denn nicht im Luvbogen dem Winde so viel lebendige Kraft entnimmt, dass die Steigbewegung auf dem kürzeren Wege, d. h. mit senkrechter Spiralachse erfolgt.

Um dieser Frage näherzutreten, hat man sich zu vergegenwärtigen, dass dem Vogel beim Segeln im Winde kein anderes Hülfsmittel zur Verfügung steht, als die Steuerung. Durch stärkere oder geringere seitliche Neigung seines Körpers im Luvbogen kann er willkürlich seine Flugflächen bald mehr, bald weniger der radialen Komponente

des Flugwindes aussetzen und so einen grösseren oder kleineren lokomotorischen Antrieb auslösen. Allein zwei wesentliche Momente beschränken die Willkür des Vogels. Das eine ist, dass mit der Zunahme der seitlichen Neigung eine Verkürzung des Luvbogens und der Einwirkungsdauer der treibenden Windkraft Hand in Hand geht, das andere, dass bei jedem bestimmten Flugwind eine bestimmte seitliche Neigung nicht überschritten werden darf, ohne dass ein Sinken des Vogels erfolgt. Es giebt also für jeden Vogel von bestimmter Masse und Grösse und Form der Flugflächen ein bestimmtes Optimum der seitlichen Neigung, das er bei gegebener Windstärke nicht ohne Flugnachteil überschreiten kann. Der segelnde Vogel kann durch willkürliche Steuerung bei jedem Winde wohl seine Fluggeschwindigkeit vermindern, aber er kann sie nicht beliebig steigern, sondern ist dabei vollkommen abhängig von der Stärke des herrschenden Windes, der allein die Flugarbeit leistet, und mit dessen Zu- und Abnahme auch die Fluggeschwindigkeit steigt und fällt. Mit der Fluggeschwindigkeit, mit dem Winde wachsen auch die Flugwiderstände, welche die Abdrift erzeugen. Wenn wir aber bei jedem steigenden Spiralfluge der Segler sehen, dass eine solche Abdrift erfolgt, so müssen wir doch annehmen, dass der Vogel den Zweck der Hebung bestmöglichst zu erreichen strebt, dass er mit dem günstigsten seitlichen Neigungswinkel segelt, den er bei dem herrschenden Winde anwenden kann, und dass er der bewegten Luft in jedem Luvbogen so viel lebendige Kraft entzieht, als ihm die Verhältnisse seines Flugapparates nur immer gestatten. Ist diese Annahme richtig — und es liegt kein Grund dagegen vor —, so bleibt es dabei, dass *die Abdrift eine unvermeidliche Begleiterscheinung des steigenden Spiralfluges* ist, gleichsam ein notwendiges Uebel, wie die vertikalen Schwankungen beim Ruderfluge, ein kleines Opfer, welches der Vogel dem herrschenden Winde bringt, um sich von ihm ohne eigene Arbeit emportragen zu lassen.

Beim stationären Kreisfluge erfolgt keine Abdrift, weil hier der Vogel die ganze im Luvbogen erworbene lebendige Kraft nur zum Tragen seines Gewichts, nicht aber zum Emporheben verwendet. Und wenn bei stärkerem Winde eine Hebung im Leebogen erforderlich wird, so entspricht ihr, wie wir gesehen haben, jedesmal im Luvbogen eine Senkung, durch welche der Geschwindigkeitsverlust wieder ausgeglichen wird. —

Die letzten Betrachtungen haben ergeben, dass die lebendige Kraft des Windes einen segelnden Vogel wohl tragen oder mit sich fortführen und emporheben kann, dass sie aber nicht im stande ist, ihn in der Richtung gegen den Wind, also gegen ihre eigene Richtung vorzutreiben. Will daher der Vogel gegen den Wind fortschreiten, so kann dies nur durch Uebergang zu einer anderen Flugart geschehen. In den meisten Fällen bedienen sich die Vögel hierzu des Ruderfluges oder des intermittierenden Ruderschwebfluges. Man hat aber auch beobachtet, dass grosse Segler erst in ansteigender Spirale segelnd Höhe gewinnen, um dann schwebend ohne Flügelschlag beträchtliche Entfernungen gegen den Wind zurückzulegen. Es braucht nicht wiederholt zu werden, dass

es die Schwerkraft ist, welche den langsam sinkenden Vogel im Schwebfluge gegen die Richtung des Windes forttreibt.

Um eine Vorstellung davon zu geben, wie grosse Strecken ein Vogel auf diese Weise zurücklegen kann, sei erwähnt, dass nach den Angaben von d'Esterno, Mouillard, Tatin und Bretonnière (vergl. Marey, vol. d. ois. S. 295—296) der Winkel, unter welchem die Bahn eines geradlinig herabschwebenden Vogels gegen den Horizont geneigt ist, 7° bis 10° beträgt, oder dass der Vogel für jedes Meter verlorener Höhe 5 m in horizontaler Richtung zurücklegt. Hat also ein Adler kreisend und segelnd eine Höhe von 1500 m erreicht, so kann er damit eine deutsche Meile weit horizontal fortfliegen, ohne dabei einen Flügelschlag thun zu müssen. Wenn wir auch hinzufügen wollen, dass die Angaben der französischen Autoren allem Anscheine nach ohne Rücksicht auf die Flughemmungen erfolgt sind, welche ein herrschender Wind notwendig hervorbringen muss, und dass daher, wenn der Gleitflug gegen einen lebhaften Wind gerichtet ist, die horizontale Wegstrecke wahrscheinlich erheblich kleiner sein wird, als eben angegeben, so ist doch unzweifelhaft der Raum, den der Vogel herabgleitend gegen den Wind gewinnt, unvergleichlich grösser, als die Abdrift, welche der Vogel erfuhr, als er segelnd die Höhe zu gewinnen suchte. *Ein guter Segler kann somit sehr wohl ohne Flügelschlag auch gegen den Wind fortschreiten, indem er sich durch die lebendige Kraft des Windes kreisend emporheben und durch die Schwerkraft sinkend und gleitend vorwärts treiben lässt.*

Immerhin ist diese Art der Fortbewegung gegen den Wind sehr umständlich und zeitraubend und keineswegs ohne körperliche Anstrengung für den Vogel, denn, wenn er auch im Sinne des physikalischen Begriffes die Flugarbeit nicht (oder nur zum verschwindend kleinen Teile [Steuerung]) selber leistet, so muss er doch seine Flügel mit kräftiger Muskelspannung während der ganzen Dauer des Fluges festhalten. Er erleidet also im Innern seiner Flugmuskeln fortwährend Änderungen der Substanz, chemische Umsetzungen, er leistet innere Arbeit, für die er einen Ersatz durch die Ernährung nötig hat; und wenn auch diese innere Arbeit nicht ganz so gross ist, wie die äussere Arbeit der Muskeln beim Ruderfluge, so ist doch zu verstehen, wenn der Vogel, um schneller zu seinem in der Richtung gegen den Wind gelegenen Ziele zu kommen, es vorzieht, statt des zeitraubenden passiven Segelns und Schwebens den aktiven Ruderflug zur Anwendung zu bringen.

4. *Der unregelmässige Segelflug.* Bei den bisher besprochenen drei Abarten des Segelfluges folgte regelmässig auf die Periode zunehmender Fluggeschwindigkeit eine Periode abnehmender Geschwindigkeit, auf den Luvbogen der Leebogen. Aber dieser regelmässige Wechsel von Luv und Lee ist keine unumgänglich notwendige Bedingung des Segelfluges. Gerade die besten Segler, die Sturmvögel, Möwen und Turmschwalben, lassen die einzelnen Luvbogen ganz unregelmässig aufeinanderfolgen, und füllen die

Zwischenpausen durch beliebige Schwebemanöver aus. Diese vierte Abart des Segelfluges wollen wir daher als den unregelmässigen Segelflug bezeichnen.

Die viel verschlungenen Bahnen einer Turmschwalbe (Cypselus) oder eines Albatros, der tagelang unaufhörlich und fast ohne jeden Flügelschlag ein Schiff umkreist, haben vielfach das Interesse und die Bewunderung der Beobachter herausgefordert. Allein der oft äusserst verwickelte Gang der Fluglinien, die in jedem Augenblick scheinbar ohne jeden Grund und ohne erkennbaren Zweck von der eingeschlagenen Richtung bald seitlich, bald vertikal abweichen, scheint bisher die Autoren von jedem Versuche einer Erklärung abgeschreckt zu haben. Mir wenigstens ist nichts von einem solchen ernstlichen Erklärungsversuche bekannt.

Nachdem wir oben gesehen haben, wie der Segler in jedem gegen den Wind konvexen Luvbogen seiner Flugbahn durch die lebendige Kraft des Windes einen Zuwachs der Fluggeschwindigkeit erfährt, bietet die Erklärung des unregelmässigen Segelfluges keinerlei Schwierigkeiten mehr. Die Beobachtung zeigt es, dass in die mannigfaltigen Schlingen und Schleifen einer solchen Fluglinie überall grössere und kleinere Luvbögen eingeschaltet sind, in denen der Vogel den vorher erlittenen Verlust an lebendiger Kraft immer wieder aus dem grossen Kraftvorrath des Windes ergänzt. Nur ab und an vervollständigt der Segler den Luvbogen zu einer geschlossenen Schleife, meist ändert er gegen Ende des Luvbogens die seitliche Neigung seines Körpers und seiner Flugflächen. Hat er den Luvbogen rechtsläufig durchflogen, d. h. so, dass der rechte, dem Krümmungsmittelpunkte der Bahn zugewandte Flügel tiefer lag, als der linke, so pflegt er oft beim Kehrpunkte den linken Flügel tiefer zu legen, als den rechten, und so den folgenden Leebogen, um einen in der Verlängerung des linken Flügels liegenden Mittelpunkt zu durchfliegen. Statt des Kreises entsteht so eine Wellenlinie, Luv- und Leebogen liegen nicht hintereinander in der Windrichtung, sondern nebeneinander. Der nächste Luvbogen liegt vielleicht bei unveränderter Seitenneigung des Vogels wieder *vor* dem letzten Leebogen; vielleicht ist er weit kleiner, als dieser, und der Vogel durchfliegt ihn in fast vollständiger Seitenlage, vielleicht auch ist er grösser, als der Leebogen war, und der Vogel schwebt mit mehr horizontaler Flügelstellung dahin.

Dazu kommt das aktive Eingreifen der Schwerkraft, oft wohl unbeabsichtigt und kaum bemerkt vom Vogel, wenn die Fluggeschwindigkeit im Leebogen mehr und mehr abgenommen hat, oft auch absichtlich herbeigeführt in allen Perioden des Segel- und Schwebfluges mit oder gegen den Wind. So sinkt der Vogel mit weit ausgebreiteten Flügeln, wenn er mit steiler Seitenneigung den Luvbogen durcheilt, so sinkt er, wenn er mit nur halb entfalteten Flügeln wie ein Pfeil vorwärtsschiesst, so senkt er sich schwebend herab, wenn er fast ohne Fluggeschwindigkeit die ausgespannten Flügel steil emporhält, als ob seine Muskeln im Beginn eines kräftigen Flügelschlages erstarrt wären.

Die Hebungen erfolgen in einzelnen Leebögen oder in Spiralen von mehrfachem Umlauf. Immer giebt dabei der Vogel den vorher in Luvbögen segelnd gewonnenen Vorrat lebendiger Kraft zur Hebung seines Körpers aus. Gelegentlich aber benutzt er auch die durch sinkenden Gleitflug erworbene Geschwindigkeit, um sich wieder emporzuhelfen (ressource). Wohl regelmässig erfolgen diese Hebungen auf Flugstrecken, die gegen den Wind gerichtet sind, aber sie sind immer nur von beschränkter Dauer, da der Vogel den Geschwindigkeitsverlust stets wieder durch Segeln im Luvbogen oder Herabgleiten ersetzen muss, um sich gegen das Mitgerissenwerden, die Abdrift durch den Wind zu schützen. Oft genug auch nimmt er seine Flugmuskeln zu aktiver Mithülfe heran, um durch Flügelschlag dem unbeabsichtigten Sinken in abflauender Böe zu entgehen, oder einem einseitigen, unregelmässigen Windstosse das Gleichgewicht zu halten, oder endlich, um bei schwachem Winde schnell auf geradem Wege sein Ziel zu erreichen.

So erscheint denn der unregelmässige Segelflug als die komplizierteste aller Flugarten, bei welcher der durch seine schmalen Flügel zur Ausnutzung kleinster Neigungswinkel und zur geschicktesten, elegantesten Steuerung ausgerüstete Vogel alle Hülfsmittel und Kräfte des Fluges in vollendeter Weise anwendet und ausnutzt. Den Hauptantrieb leistet in den Luvbögen die lebendige Kraft des Windes. Daneben dient die Muskelkraft zur willkürlichen Steuerung und zur Ausführung gelegentlicher Flügelschläge, welche die unregelmässige Struktur des Windes nötig macht. Endlich ist die Schwerkraft jederzeit bereit, dem Vogel (unter Einbusse von Höhe) neue Fluggeschwindigkeit zu verleihen, mit der er selbst gegen den Wind vordringen kann. Die viel verschlungenen Bahnen aber, welche für diese Flugart so bezeichnend sind, sind das Mittel, durch welches der Vogel sich die Kraft des Windes dienstbar macht und seine Herrschaft über die Lüfte bethätigt.

Diese Herrschaft auch für den Menschen zu gewinnen, ist das Ziel der höchsten Rangstufe der Flugtechnik oder der *Aviatik*.

7. Schluss.

Professor A. F. Zahm sagt in seinem am 5. Januar 1894 im Franklin Institute zu Philadelphia gehaltenen Vortrage (Journal of the Franklin Institute No. 826, 827:)*) Der Anblick eines im Sturme auf regungslos ausgebreiteten Flügeln gemächlich sich wiegenden Sturmvogels habe seit früher Jugendzeit für ihn etwas Packendes gehabt, das jeden Techniker in Entzücken versetzen müsse. Es gebe in der Natur kaum ein zweites

*) Citiert nach Prof. A. Ritter: Über Luftfahrten und Windgeschwindigkeiten. Zeitschr. d. Vereins Deutsch Ingenieure Bd. XXXIX.

Schauspiel, welches den Sieg und die Herrschaft der Intelligenz über die blind wütenden Naturkräfte in so schlagender Weise vor Augen führe. Die zweifellos unmittelbar bevorstehende endgültige Lösung des Segelflugproblems werde dereinst als das grösste Wunderwerk des 19. Jahrhunderts gewürdigt werden. Aehnlichen enthusiastischen Aeusserungen begegnet man vielfach in der Fluglitteratur. Ob diese zuversichtlichen Prophezeihungen so schnell in Erfüllung gehen werden, muss die Zukunft lehren. Ich hoffe, durch die in der vorliegenden Arbeit entwickelte Theorie der Flugbewegung den Bestrebungen der Technik einen Weg gewiesen zu haben, auf dem man mit Mut und Ausdauer zum Ziele gelangen wird.

An der Spitze der sog. passiven Aviatiker, d. h. derjenigen Flugtechniker, welche sich die Nachahmung des Segelfluges zur Aufgabe gestellt haben, steht heute unbestritten Herr Otto Lilienthal in Berlin. Er ist der erste und, soviel mir bekannt, einzige Techniker, der bisher persönlich den Segelflug auszuführen versucht hat. Schon hat er mit seinem »Fluggeschirr« die sehr ansehnliche Entfernung von mehreren hundert Metern gegen den Wind zurückgelegt. Aber die Flugbahnen, welche von dem Gipfel eines Hügels oder einer Anhöhe anhoben, haben immer noch eine sinkende Tendenz. Es sind keine Segelbahnen, sondern solche des Schwebfluges, und nicht der Wind, sondern die Schwerkraft leistet die Flugarbeit, soweit diese nicht durch den Vorrat lebendiger Kraft gedeckt wird, welchen L. durch energischen Anlauf zum Fluge gewinnt.

Dass Lilienthal noch nicht bis zum echten Segelfluge vorgedrungen ist, liegt wohl daran, dass ihm die Bedeutung der kreisförmigen Segelbahnen noch nicht bekannt ist, wie sie sich aus der vorliegenden Arbeit ergiebt. In seinem Buche über den Vogelflug (S. 131, 132) bemerkt er zwar, es habe den Anschein, als wenn das Segeln in cykloidischen Kurven die am leichtesten ausführbare Form des Segelfluges sei, allein er hält das Kreisen doch weiterhin für Nebensache, zumal die besten Segler ausser dem Kreisen auch jede andere Bewegung segelnd ausführen könnten.

Wir wissen jetzt, dass es keinen Segelflug giebt ohne die immer wiederkehrenden Luvbogen, in denen der Wind den lokomotorischen Antrieb leistet. Daher wird auch der Flugkünstler erst dann triumphieren können, wenn es ihm gelungen ist, den ersten vollständigen Kreisflug auszuführen.* Es kommt darauf an, im ersten, quer zum Winde liegenden Luvbogen (unter möglichst geringem Sinken) so viel Fluggeschwindigkeit zu erwerben, dass sie ausreicht, um den nächsten Leebogen ansteigend gegen den Wind zurückzulegen.

---

*) Die vorliegende Arbeit befand sich unter der Presse, als ich durch die Güte des Herrn O. Lilienthal die Nummern 316, 322 und 323 der Zeitschrift »Prometheus« erhielt, in denen er in einem Aufsatze: »Fliegesport und Fliegepraxis« über seine neuesten Flugapparate mit zwei übereinanderliegen Flugflächen sowie über die damit gemachten Erfahrungen berichtet. Bei der Lektüre dieser sehr interessanten Mitteilungen war ich nicht wenig überrascht, einen Satz zu finden, der sich mit dem oben angemerkten Satze fast

An dem gut stabilisierten, frei schwebenden oder abwärtsgleitenden Apparat genügt, wie es Lilienthal gezeigt hat, eine geringe Verschiebung der Last oder des Schwerpunktes, um die zur Einleitung des Luvbogens erforderliche seitliche Neigung hervorzurufen. Je nach der Stärke der aktiven, radialen Komponente des Flugwindes wird diese Schwerpunktsverschiebung eine stärkere oder geringere Seitenneigung, einen kleineren, stärker gebogenen, oder einen grösseren, schwächer gekrümmten Luvbogen entstehen lassen. Hierbei überträgt sich, wie wir sahen, die lebendige Kraft des Windes mit mechanischer Notwendigkeit auf die Masse des segelnden, belasteten Apparates, der sich inzwischen mehr und mehr dem Kehrpunkte der Bahn nähert. Im Leebogen, besonders im Beginn desselben, ist die Hauptaufgabe des Flugkünstlers, die Längsachse des Apparates nahe an die Richtung des Flugwindes zu bringen und sie so weit emporzurichten, als zur Vermeidung des Rückenwindes und zum Auffangen des Windes mit der Unterseite der Flügel nötig ist. Die Hebung des ganzes Apparates ist dann die Folge einer solchen zur Unterhaltung des Fluges unumgänglichen Steuerung.

Ich zweifle keinen Augenblick, dass es einem Aviator von der zähen Ausdauer und der langjährigen praktischen Erfahrung Lilienthal's gelingen wird, diese sicher zum Ziele führenden Flugmanöver mit bestem Erfolge durchzuführen. Ist man einmal im Besitz eines brauchbaren Fluggeschirrs, so ist es nur noch Sache der Uebung, die oben angegebenen Steuerungen oder Schwerpunktverschiebungen**) auszuführen, die mit so gut wie gar keinem Kraftaufwande verbunden sind. Die Ausführung des künstlichen Segelfluges wird keine Leistung der körperlichen Akrobatik sein, sondern eine Leistung der Intelligenz und des ruhigen, besonnenen Wagemutes.

Die damit verbundenen Gefahren sind weit geringer, als sie auf den ersten Blick zu sein scheinen. Ein dem Vogel nachgebildeter Flugapparat, der in richtiger Weise

---

wörtlich deckt. Es heisst daselbst (S. 170 der No. 323): *„Sobald mir oder einem anderen Experimentator der erste volle Kreisflug gelungen sein wird, ist dieses Ereignis als eine der wichtigsten Errungenschaften auf dem Wege zum vollendeten Fluge anzusehen."* Freilich zeigte die dann folgende Begründung des Satzes auf dem Boden der Langley'schen Theorie, dass der Autor die wahre Bedeutung der gekrümmten Flugbahnen noch verkennt und demgemäss die mit der praktischen Ausführung verbundenen Schwierigkeiten überschätzt. Um so wertvoller sind aber die praktischen Erfahrungen, die ihn geradezu zum Versuch eines echten Segelfluges auf kreisförmiger Bahn herausfordern: *„Am Gipfelpunkte einer . . Fluglinie kommt der Apparat zuweilen längere Zeit zum Stillstand." Ich fühle bei dieser Gelegenheit sehr deutlich, dass ich gehoben bleiben würde, wenn ich mich etwas auf eine Seite legte, einen Kreis beschriebe und mit der hebenden Luftpartie fortschritte. Der Wind selbst sucht diese Bewegung einzuleiten."* Dies alles bestärkt mich nur in der Meinung, dass es schwerer ist, beim praktischen Fluge die gerade Schwebbahn innezuhalten, als auf gekrümmter Bahn zu segeln.

**) Eine weitere Vervollkommnung der künstlichen Flugapparate wird dahin führen müssen, dass statt einer Verschiebung der Last, wie sie Lilienthal bisher zur Steuerung angewandt hat, eine durch die Hand leicht und sicher zu beherrschende Vorrichtung zur Verschiebung und Einstellung der Flugflächen als aktives Steuer benutzt wird. Die Flugtiere steuern ausnahmslos durch Änderung der Flugfläche; eine Verschiebung des Schwerpunktes ist ihnen nur in sehr untergeordnetem Masse möglich.

stabil belastet ist, bietet unter gewöhnlichen Verhältnissen völlige Sicherheit vor jähem Absturz. Denn wie er auch immer zur Seite geneigt wird, die Gefahr des völligen Kenterns ist eine verschwindend geringe, und im Fallen muss der Apparat immer wieder die normale Stellung einnehmen die breiten Flugflächen werden in der widerstandleistenden Luft dem Schwerpunkte gegenüber stets wie Fallschirme in der Fallbewegung zurückbleiben, so dass dieser stets in stabiler Lage unterhalb der Unterstützungsflächen liegen muss.

Man hat einen fliegenden Vogel nur zu leicht im Verdachte, dass er besonder willkürliche Künste anwende, um die Stabilität beim Fluge zu bewahren, die doch ganz allein von der Lage des Schwerpunktes zur Unterstützungsfläche abhängt. Es war mir daher von ganz besonderem Interesse, als ich von Herrn Direktor Bolau gelegentlich einen natürlichen Flugapparat erhielt, bei dem die Möglichkeit einer willkürlichen Steuerung im Fallen gänzlich ausgeschlossen war. Es war ein geflügelter Same, allem Anscheine nach einer tropischen Bignoniacee aus der Gattung Pithecothenium (Affenkamm) angehörend. Die beiden breiten Flügel des münzenförmigen Samenkorns klafterten ca. 14 cm bei einer Breite von 7 cm. Der vordere Rand war nahezu halbkreisförmig und besass einen auffallenden, schräg nach unten hervortretenden Schrankenrand. Die zarten Hinterränder waren in ziemlicher Breite schwach emporgebogen; die Flügelspitzen lagen deutlich höher, als ihre Basis und das Samenkorn. Dieser Flügelsame zeigte somit alle wesentlichen Merkmale des Flugapparates eines Flugtieres. In welcher Stellung man nun immer diesen Samen in der Luft sich selber überliess, ob in der Rückenlage, oder mit einer Flügelspitze, mit dem vorderen oder hinteren Rande senkrecht nach unten gerichtet: er drehte sich augenblicklich mit der denkbar grössten Präzision in die richtige Flugstellung und legte so, langsam herabgleitend, auf gerader oder spiraliger Gleitbahn weite Strecken fliegend zurück. Aus hochgehobener Hand flog der Samen gelegentlich an 15 bis 20 m weit fort.

Wie dieser pflanzliche, von keinem Willen regierte Flugapparat mit unfehlbarer Sicherheit stets in die rechte Lage zurückkehrte, so muss auch jeder zweckmässig gebaute und stabil belastete künstliche Flugapparat mit absoluter Zuverlässigkeit jede durch vorübergehende Windstösse verursachte Störung des Gleichgewichtes ohne besonderes Zuthun wieder beseitigen; und ein direktionsloses Kopfüber ist unmöglich, solange die Flügel stehen und keine die Stabilität völlig störende Verschiebung der Last eintritt.

Wie ein Schiff auf freiem Ozean weit weniger gefährdet ist, als in der Nähe der Küsten und in engem Fahrwasser, so ist auch der Aviator so gut wie vollkommen ausserhalb jeder Gefahr, solange er in genügender Höhe in freier Luft dahingleitet. Die Schwierigkeiten treten gewöhnlich erst beim Landungsmanöver auf. Allein sie sind auch hier weit geringer, als z. B. bei der Landung eines Luftballons, sofern es nur dem Flugkünstler gelingt, Kollisionen mit hochragenden Gegenständen zu vermeiden und das Ende

des Fluges unter allen Umständen in der Richtung gegen den Wind auszuführen. Es ist eins der wichtigsten bisherigen Resultate der Flugversuche O. Lilienthal's, dass er das Landungsmanöver Dutzende von Malen, ohne Schaden zu nehmen, ausgeführt und dadurch den Beweis geliefert hat, dass in dieser Beziehung der Vollendung der Aufgabe kein ernstes Hinderuis im Wege steht. Es handelt sich darum, genau nach dem Beispiel des landenden Vogels im letzten Augenblick die Längsachse des Apparates etwas emporzurichten, so dass der Flugwind hemmend gegen die Flügel trifft, darauf den Stoss gegen den Erdboden aufzufangen und eventuell den Flug mit kurzem, hemmenden Schlusslaufe zu beendigen.

Wir haben somit jetzt die durch Theorie und praktische Erfahrung wohl begründete Aussicht, dass auch die langjährigen, unermüdlichen Versuche Lilienthal's in absehbarer Zeit von Erfolg gekrönt sein werden, und dass es ihm in der vorbezeichneten Weise gelingen wird, wie die grossen Segelvögel die lebendige Kraft des Windes der Kunst des Fliegens nutzbar zu machen, und damit auch die praktische Aufgabe der Aviatik zu lösen.



ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

XV. Band.

INHALT:

HAMBURG
L. Friederichsen & Co.
1897.

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

in Hamburg.

—— XV. Band. ——

INHALT:

HAMBURG

L. Friederichsen & Co.

1897.

Druck von Grefe & Tiedemann.

Revision

der

Uropygi Thor.

(Thelyphonidae auct.)

Von

Karl Kraepelin.

Revision der Uropygi Thor.

(Thelyphonidae auct.)

Von

Karl Kraepelin.

Wenn *Thorell* (31*) pag. 359) von dem Studium der die Hauptmasse unserer Unterordnung bildenden Thelyphoniden sagt: „sensi me in questionem nodosissimam incidisse", so wird man einer solchen Klage die Berechtigung schwerlich versagen können. Bei der ausserordentlich weitgehenden Gleichartigkeit der äusseren Strukturverhältnisse dieser Tiergruppe erweisen sich die Beschreibungen und namentlich die Abbildung der älteren Autoren als vollkommen unzulänglich, und selbst bei den jüngst beschriebenen Arten ist vielfach nur mit Hülfe des Originalexemplars ein sicheres Urteil über ihre Identität mit einer neu zu bestimmenden Form zu gewinnen. In hohem Masse erschwerend bei der Sichtung der Arten wirkt des Weiteren der häufig sehr ausgeprägte Dimorphismus der Geschlechter, mit dem eine oft bis ins Kleinste gehende Übereinstimmung des einen Geschlechts bei zwei vielleicht im andern Geschlecht deutlich unterscheidbaren Arten Hand in Hand zu gehen pflegt. Fügen wir hinzu, dass jugendliche Individuen jene zur Aufstellung schärfer begrenzter Gruppen fast allein geeigneten sekundären Geschlechtscharaktere noch nicht entwickelt zeigen und daher in kein Tabellenwerk sich einfügen, sowie, dass naturgemäss von vielen Formen bisher überhaupt nur das eine Geschlecht bekannt ist, während bei anderen die zusammengehörigen Geschlechter als verschiedene Arten beschrieben wurden, so wird man es begreiflich finden, dass wir von einer endgültigen Festlegung der Arten und Gattungen noch sehr weit entfernt sind, und dass auch die nachfolgende Studie vor so manchen Zweifeln Halt machen musste.

Als Haupterfordernis, auf diesem schwierigen Gebiet einen Schritt weiter zu kommen, betrachtete ich von vornherein die Beschaffung eines möglichst reichhaltigen Materials. In liebenswürdigster Weise wurde meiner diesbezüglichen Bitte durch Zusendungen von den Museen zu Berlin, Bern, Calcutta, Dresden, Frankfurt a. M., Genua, Göttingen, Kiel, Kopenhagen, Lübeck, München, St. Petersburg, Stockholm, Stuttgart, Wien, sowie von den Herren Dr. *Hansen*-Kopenhagen und Dr. *L. Koch*-Nürnberg entsprochen. Allein die Zahl der Arten und Exemplare, welche

*) Die eingeklammerten Zahlen verweisen auf das Litteraturverzeichnis am Ende der Arbeit.

mir auf diese Weise zu Gebote standen, war in vielen Fällen auch jetzt noch nicht ausreichend, alle Fragen befriedigend zu lösen. Um so mehr musste ich es bedauern, dass gerade dasjenige Institut, welches neben dem reichhaltigsten Material auch die meisten Typen besitzt, das Britische Museum, nach wie vor auf Grund gesetzlicher Bestimmungen verhindert ist, wissenschaftliche Arbeiten ausserhalb seiner Räume durch Darleihung irgend welcher Objecte zu unterstützen. Nur der gütigen Beantwortung einiger auf Originalexemplare bezüglicher Anfragen hatte ich mich seitens des Verwalters der Arachnidensammlung, des Herrn *R. J. Pocock*, zu erfreuen, wodurch ja aber in keinem Falle die Autopsie einer zweifelhaften Form ersetzt werden kann. Immerhin schulde ich demselben für sein freundliches Entgegenkommen nicht minder Dank, wie allen jenen Herren, welche mich durch Übersendung des ihnen zu Gebote stehenden Materials in so liebenswürdiger Weise unterstützt haben. —

Die älteste eingehendere Beschreibung eines Thelyphoniden verdanken wir *Linné* (2), welcher im Museum Ludovicae Ulricae 1864 das bereits in der Editio X seines Systema naturae kurz erwähnte Phalangium caudatum von Java näher charakterisierte. *Fabricius* (4) reihte diese Form seiner Gattung Tarantula ein, während *Latreille* (6) 1804 für sie den Gattungsnamen Thelyphonus wählte. Als erster Monograph der Gattung ist *Lucas* (9) zu nennen, welcher im Jahre 1835 sechs verschiedene Arten nach dem Material des Pariser Museums unterscheiden zu können glaubte, deren Wiedererkennung aber im Hinblick auf die völlig unzulängliche Beschreibung und Abbildung bei den 4 fundortslosen Arten völlig unmöglich ist. *C. L. Koch* (10) führt im X. Bande seines Arachnidenwerkes im Ganzen 8 Arten auf, denen *Girard* (13), *Doleschall* (14, 15), *Wood* (16, 17, 18) und besonders *Stolicza* (19, 23) eine Reihe weiterer Formen hinzufügten. 1872 erschien eine neue monographische Arbeit von *Butler* (20), in welcher dieser Autor nicht weniger als 21 durch spätere Nachträge (22) noch um weitere 5 vermehrte Species aufführt, dieselben dabei aber in so oberflächlicher und mangelhafter Weise beschreibend, dass wir erst durch die späteren Erläuterungen *Pococks* (36) über die Mehrzahl dieser Arten zur Klarheit gelangt sind. In demselben Jahre wurde durch *Cambridge* (21) unsere Kenntnis der Gruppe durch die Beschreibung der höchst eigenartigen Formen erweitert, welche er als Genus Nyctalops einer eigenen Familie der Tartarides einreihte.

Das letzte Jahrzehnt hat uns, abgesehen von einigen kleineren Beiträgen *Simons* (29, 30) und *Keyserlings* (27), namentlich die verschiedenen Arbeiten *Thorells* (29, 31, 34), *Oates'* (33), *Tarnani's* (32, 35, 37, 38) und *Pococks* (36) gebracht. Bereits im Jahre 1888 suchte *Thorell* (31) die alte Gattung Thelyphonus durch Abspaltung der Gattung Tetrabalius einheitlicher zu gestalten und änderte den Gattungsnamen Nyctalops Cambridge, weil bereits vergeben, in Schizonotus um. In einer späteren Abhandlung (34) spaltet *Thorell* die Thelyphonidengattung Hypoctonus ab und fasst Thelyphoniden und Tartarides denen er die neue Gattung Tripeltis hinzufügt, als Unterordnung der Uropygi zusammen. Den verhältnismässig wenigen von *Thorell* beschriebenen neuen Arten fügte *Oates* (33) 8 neue Hypoctonus hinzu, während *Tarnani* in seinen verschiedenen Abhandlungen (32, 35, 37, 38) uns mit 6 weiteren Thelyphonusarten bekannt macht. *Pocock* (36) endlich hat

nicht nur die alten *Butler*'schen Arten einer dankenswerten Revision unterzogen, sondern neben einer Reihe neuer Arten auch 6 neue Gattungen aufgestellt (Thelyphonellus, Labochirus, Mimoscorpius, Typopeltis, Uroproctus, Mastigoproctus), deren Arten bisher unter dem Sammelnamen Thelyphonus vereinigt waren. — Da die Zeit noch nicht gekommen sein dürfte, über die Berechtigung dieser weitgehenden Spaltung der alten Gattung Thelyphonus ein endgültiges Urteil zu fällen, so sind die von *Thorell* und *Pocock* aufgestellten neuen Gattungen in der vorliegenden Arbeit als solche fast unverändert beibehalten, ja sogar noch durch eine weitere, auf denselben Prinzipien gegründete Gattung vermehrt worden. Da indess vielfach nur das eine Geschlecht die zu generischer Trennung benutzten Merkmale aufweist, so darf es jedenfalls nicht Wunder nehmen, wenn in den nachfolgenden Bestimmungstabellen die Genera häufig genug nur durch artliche Merkmale von einander getrennt erscheinen.

Wie schon aus der geschichtlichen Einleitung ersichtlich, zerfällt die Unterordnung der Uropygi oder der geschwänzten Geisselskorpione in 2*) scharf von einander getrennte Gruppen, welche *Thorell* als Tribus der Oxopoei und der Tartarides mit je einer Familie — Thelyphoniden und Schizonotiden — einander gegenüberstellt. Die wesentlichsten Unterschiede beider Gruppen sind folgende:

Cephalothorax oberseits aus einem Stück bestehend, alle 4 Beinpaare an demselben befestigt. Caudalanhang lang, gegliedert. Cephalothorax vorn am Stirnrande mit deutlichen, auf einem Augenhügel stehenden Mittelaugen (Fig. 3a u. b), an den Seiten mit je 3 Seitenaugen. Maxillen aus Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und Hand gebildet (Fig. 1a). Letztere mit zusammenschliessenden Scheerenfingern. Geissel des I. Beinpaares 9gliedrig. Endtarsen nur mit 2 Krallen (Fig. 2a).

Trib. Oxopoei Thor., pag. 6.

Cephalothorax durch eine tiefe Gelenkfurche nahe dem Hinterrande in 2 Abschnitten von ungleicher Grösse geteilt (Fig. 54a, b), 3. u. 4. Beinpaar an dem hinteren Abschnitte sich inserierend. Caudalanhang ganz kurz, griffelartig und ungegliedert, oder mit verdicktem Endknopf (Fig. 56 a, b). Cephalothorax ohne Mittelaugen und Augenhügel (Fig. 54), meist auch ohne Seitenaugen (selten jederseits 1 Seitenauge). Maxillen aus Coxa, Trochanter, Femur, langer Patella, Fibia und Hand gebildet (Fig. 1b). Letztere nur mit Endklaue (die gegen einen schwachen Dorn der Hand einschlagbar ist). Geissel des I. Beinpaares 8gliederig. Endtarsen mit 2 dorsalen und 1 ventralen Kralle (Fig. 2b).

Trib. Tartarides Thor., pag. 50.

*) Die Zugehörigkeit der seltsamen Koenenia mirabilis Grassi (in Il Naturalista Siciliano IV. pag. 127, 1885 und Bull. della Soc. Entom. Ital. XVIII. pag. 153, 1886) zur Unterordnung der Uropygi ist znm mindesten zweifelhaft. Der Cephalothrax zeigt Spuren einer Gliederung in 6 Segmente mit Scheidung von Kopf und Thorax, ein 13gliedriger Schwanzanhang ist vorhanden, die Mandibeln endigen mit Scheeren. Die Maxillen sind wahre Beine und endigen mit 3 Krallen. I. Beinpaar ohne Fühlergeissel, mit 3 Krallen endigend.

I. Trib. Oxopoei Thor.

Fam. Thelyphonidae auct.

Uropygen mit ungeteiltem Cephalothorax, an welchem sämtliche 4 Beinpaare sitzen. Caudalanhang lang, gegliedert. Cephalothorax vorn an der Stirn mit 2, meist auf einem Augenhügel stehenden Mittelaugen (Fig. 3a, b), an den Seiten jederseits mit 3 Ocellen. Maxillen aus Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und Hand gebildet (Fig. 1a); letztere mit zusammenschliessenden Scheerenfingern. Geissel des I. Beinpaares neungliedrig (erstes Glied aber stets sehr kurz, ringartig). Endtarsen mit 2 Krallen (Fig. 2a).

Die hierher gehörigen, bis zum Jahre 1888 in der einzigen Gattung Thelyphonus vereinigten Formen zeigen, trotz ihrer neuerlich erfolgten Zerlegung in 8 verschiedene Genera und trotz ihrer Verteilung auf zwei weit auseinander liegende Verbreitungsgebiete, in dem Gesammtaufbau ihres Körpers und seiner Anhänge eine ungemein weitgehende Übereinstimmung. Unter diesen Umständen sind denn Charaktere zu Gattungsmerkmalen erhoben worden, die in anderen Familien wohl kaum als solche Anerkennung finden würden. Hierher gehört unter anderen der Unterschied, ob von den Nebenaugen des Cephalothorax an den Seiten des letzteren ein scharfer Grat nach vorn verläuft, (Fig. 3 a), oder ob der Cephalothoraxrücken mehr gerundet nach den Seiten abfällt (Fig. 3 b). Ähnlich ist es mit dem Auftreten oder Fehlen eines dornigen Zahnes am Innenrande des Coxalfortsatzes der Maxillen, dem Vorhandensein von 0, 2 oder 4 Ommatiden, jenen kleinen augenartigen Flecken am 3. Gliede des Schwanzanhanges, die von *Hansen* (Entomologiske Meddelelser 1893 p. 175—177) als Leuchtorgane in Anspruch genommen werden, mit den Gruben und Furchen des 1. Bauchsegmentes etc. Mehr in die Augen fallend sind die Verschiedenheiten, welche in den sekundären Geschlechtscharakteren hervortreten, die mannigfachen Modifikationen der Fühlergeissel des Weibchens, die seltsamen Ausgestaltungen des Tibialfortsatzes der Maxillen beim Männchen in allen den Fällen, wo derselbe mit dem beweglichen Scheerenfinger der Hand — unter Übergehung des ihm zur Seite liegenden unbeweglichen Scheerenfingers — zu einem zangenartigen Greifapparat zusammentritt. Allein an irgend welchem Criterium der systematischen Bewertung aller dieser beobachteten Verschiedenheiten fehlt es zur Zeit noch ganz, und es wird daran so lange fehlen, bis etwa durch eingehende anatomische Untersuchungen bestimmte, phylogenetisch enger zusammenhängende Gruppen erkennbar werden. Vorläufig befinden wir uns noch in dem Stadium der reinen Formbeschreibung und Formunterscheidung, und dabei ist es denn am Ende gleichgültig, in wie weiten oder in wie engen Grenzen der Begriff der Gattung gefasst wird.

Von den nachfolgenden beiden Tabellen giebt die erste lediglich eine Übersicht der zur Zeit angenommenen Charaktermerkmale der Gattungen, ohne Rücksicht auf Bestimmbarkeit, während in der zweiten der Versuch gemacht ist, die Auffindung des Namens irgend eines vorliegenden Exemplares zu ermöglichen.

Tabelle I. Uebersicht der Gattungen.
(Ohne Rücksicht auf Bestimmbarkeit).

A) Von den Seitenaugen des Cephalothorax zieht eine deutliche scharfe Criste am Rande nach vorn gegen den Augenhügel (Fig. 3a).

I. Hand platt (beim allein bekannten ♂), doppelt so breit, als der Femur. Letzterer schlank, 4 mal so lang als breit (Fig. 4). Zwischen den Hauptaugen kein erhabener Wulst. Unbeweglicher Finger der Hand stark gekrümmt. Nur das IV. Beinpaar mit Tibialspornen. Mimoscorpius Poc.

II. Hand oberseits convex, selten dicker als der Femur. Letzterer höchstens doppelt so lang als breit. Zwischen den Hauptaugen ein trennender erhabener Längswulst. Unbeweglicher Finger der Hand gerade.

a. Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande ohne Zahn (Fig. 5 a).

α) Apophyse der Hand beim ♂ modifiziert, cylindrisch oder gekniet, aussen stets ganz unbedornt, ohne schneidende, bedornte Vorderkante und nicht gegen die Spitze allmählich in einen starken Dorn auslaufend, sondern hier oft etwas verdickt oder gerundet, mit mehreren kleinen Zinken, an seiner Spitze mit der Spitze des beweglichen Fingers zusammenschliessend (Fig. 11, 12, 13). I. Bauchsegmente nur am Hinterrande mit Medianfurche, 2tes kaum mit Andeutung eines Dorns. Fühler des Weibchens modifiziert oder nicht, seine Glieder gestreckt. Typopeltis Poc.

β) Apophyse der Hand in beiden Geschlechtern am Vorderrande zugeschärft, mit Sägekante, gegen die Spitze allmählich in einem starken spitzen Dorn auslaufend, der nicht mit der Spitze des beweglichen Fingers artikuliert (Fig. 9, Fig. 44).

1) Ohne Ommatiden am 3. Caudalglied Abalius n. g.

2) Mit 4 „ „ 3. „ (Fig. 6) Tetrabalius Thor.

3) Mit 2 „ „ 3. „

α) I. Bauchsegment beim ♂ mit durchgehender Medianfurche, II. in der Mitte des Hinterrandes mit kleinem spitzem Dorn (Fig. 7 a). Fühler des ♀ meist in einigen Segmenten umgeformt. Thelyphonus Latr.

β) I. Bauchsegment beim ♂ ohne durchgehende Medianfurche, II. höchstens mit Andeutung eines Dorns. Fühler beim ♀ nie modifiziert. Mastigoproctus Poc.

b) Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande mit je einem (selten 2) starken Dorn (Fig. 5 b). Apophyse der Tibia beim ♂ schlank, an der Vorderkante nur am Grunde und am Ende mit einigen Zähnen, an der Hinterkante unbewehrt, am Ende zugespitzt und sich mit den beiden Enden der Finger berührend (Fig. 41). I. Bauchsegment beim ♂ ohne durchgehende Medianfurche. Fühlerglieder der ♀ alle unmodifiziert. Uroproctus Poc.

B) Der Cephalothoraxrand zwischen Ocellen und Stirn ohne Andeutung einer Crista, die Dorsalfläche völlig gerundet in die Seitenfläche übergehend (Fig. 3 b). Fühler der ♀ nicht modifiziert. I. Bauchsegment beim ♂ ohne Medianfurche.

I. Ohne Ommatiden am 3. Caudalglied. Hauptaugen flach dem Cephalothorax aufliegend. Apophyse der Tibien beim ♂ nicht modifiziert. Thelyphonellus Poc.

II. Mit 2 Ommatiden am 3. Caudalglied. Hauptaugen einem erhabenen Buckel anliegend. Apophyse der Tibien beim ♂ cylindrisch oder am Ende verdickt, nicht allmählich in einen starken Dorn endigend und ohne gesägte Vorderkante, mit der Spitze des beweglichen Fingers artikulierend (Fig. 43, Fig. 45—48).

a) Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande mit starkem Dorn (selten 2). Coxalfortsatz beim ♂ fast geweihartig lang (Fig. 42). ♂ mit verlängerten Schenkeln und Tibien der Kiefertaster. Hand flach, mit tiefer Grube (Fig. 43). Stirn namentlich beim ♂ mit langem Hornfortsatz. Labochirus Poc.

b) Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande ohne Dorn, beim ♂ nicht lang zangenartig. Femur beim ♂ nicht vielmal länger als breit. Hand oberseits auch beim ♂ convex (Fig. 45, 47). Stirnvorderrand ohne langen kegeligen, schräg abwärts gerichteten Chitinfortsatz. Hypoctonus Thor.

Tabelle II. Bestimmung der Gattungen.

1. Von den Seitenaugen des Cephalothorax zieht eine deutliche, scharfe Crista am Rande nach vorn gegen den Augenhügel (Fig. 3 a). 2

— Der Cephalothorax zwischen Ocellen und Stirn ohne Andeutung einer Crista; die Dorsalfläche des Cephalothorax völlig gerundet in die Seitenfläche übergehend (Fig. 3 b) 15

2. Ohne Ommatiden am 3. Caudalsegment. . . . . 3. Abalius n. g., p. 16.

— Mit „ „ 3. „ 3

3. Hand platt, doppelt so breit als der Femur. Dieser schlank, 4 mal so lang als dick (Fig. 4). Zwischen den Hauptaugen kein erhabener Wulst. Unbeweglicher Finger der Hand stark gekrümmt. Nur das IV. Beinpaar mit Tibialspornen 1. Mimoscorpius Poc., p. 10.

— Hand oberseits convex, selten dicker als der Femur. Zwischen den Hauptaugen ein trennender erhabener Längswulst. Femur höchstens doppelt so lang als breit. Unbeweglicher Finger der Hand gerade 4

4. Coxalfortsatz der Kiefertaster an der Innenkante mit starkem, gegen die Medianlinie vorspringendem Zahn (Fig. 5 b) . . . . 9. Uroproctus Poc., p. 40.

— Coxalfortsatz der Kiefertaster an der Innenkante ohne Zahn, höchstens geschultert, (Fig. 5 a) 5

5. Apophyse der Hand cylindrisch oder gekniet, ohne schneidende, gesägte Vorderkante, am Ende gerundet oder verdickt, meist mit einigen kleineren Zacken, in welche die Endklaue des beweglichen Fingers passt, nicht allmählich in einen starken spitzen Dorn auslaufend (Fig. 11—13). ♂ . . . . . . 2. Typopeltis Poc. emend., p. 11.

Apophyse der Hand etwas platt, 2schneidig, mit sägezähniger Vorderkante, gegen die Spitze allmählich in einen starken spitzen Dorn auslaufend, der nicht mit der Klauenspitze des beweglichen Fingers zusammentrifft (Fig. 9) 6

6. Mit 4 Ommatiden am 3. Caudalsegment (Fig. 6). 4. Tetrabalius Thor., p. 18
— Mit 2 Ommatiden am 3. Caudalsegment 7
7. I. Bauchsegment mit deutlicher, durchgehender Medianfurche. II. Bauchsegment in der Mitte des Hinterrandes mit Dörnchen (Fig. 7a). ♂
5. Thelyphonus Latr., p. 19.
— I. Bauchsegment ohne deutliche, durchgehende Medianfurche. II. Bauchsegment ohne Dörnchen am Hinterrande (Fig. 7b) 8
8. 3tes (und meist alle) Fühlerglied doppelt oder mehr als doppelt so lang als breit, meist keines derselben modifiziert (Fig. 34—36, Fig. 40) 9
— 3tes Fühlerglied (und meist auch die nächstfolgenden) nicht oder kaum länger als breit, 5.—7. Glied oft (bei reifen ♀) modifiziert (Fig. 22—33)
5. Thelyphonus, p. 19.
9. Alle 3 Hinterbeinpaare am Ende der Tibia innen mit deutlichem Dorn (Fig. 8) . 10
— Nur das 4. oder das 3. und 4. Beinpaar mit endständigem Tibiendorn 12
10. Femur und Tibia der Kiefertaster glatt, nur sehr zerstreut nadelstichig. Abdomen der Länge nach oberseits mit deutlichem Medianstreif . . 5. Thelyphonus, p 19.
— Femur und Tibia der Kiefertaster ziemlich dicht raspelig oder dicht grob nadelstichig. Abdomen oberseits ohne Spur eines Medianstreifs 11
11. Truncus bis 60 mm lang. Fühlerglieder ziemlich grob gekörnt; 3tes Fühlerglied viel kürzer als das 2te (Fig 10a). Seitencrista des Cephalothorax von den Ocellen nicht bis zum Augenhügel reichend. I. Bauchsegment nur mit 2 Seitengruben, II. mit einer einzigen oder 2 gegen die Mittellinie zusammen strebenden Depressionen. Ommatiden meist quer oval . . . . . 6. Mastigoproctus Poc., p. 36.
— Truncus nur bis 45 mm lang. Fühlerglieder glatt; 3tes Fühlerglied kaum kürzer als das 2te (Fig. 10b). Seitencrista des Cephalothorax von den Ocellen fast in voller Schärfe bis vor den Augenhügel reichend. I. Bauchsegment oft in der Mitte mit tiefer querovaler oder y förmiger Grube, oder ausser den 2 Seitengruben noch mit medianer Depression am Hinterrande; II. mit 3 Querdepressionen. Ommatiden rund . . . . 2. Typopeltis Poc., p. 11.
12. Tibia der Maxillen dicht grob nadelstichig. Mandibeln aussen seitlich oberhalb des Grundes mit tief buchtigem Einschnitt (Fig 38a). Der Coxalfortsatz der Maxillen gegen die Mundhöhle mit mehreren Längsreihen kleiner Zähne besetzt (Fig. 39)
6. Mastigoproctus Poc., p. 36.
— Tibia der Maxillen nur zerstreut nadelstichig, oft fast glatt. Oberkiefer aussen seitlich nur etwas geschweift, ohne tiefen buchtigen Einschnitt (Fig. 38b). Coxalfortsatz der Maxillen gegen die Mundhöhle nur mit 1 (oder 2) randständigen Reihe grober Zähne 13
13. 2tes Fühlerglied 1½ mal so lang als das 3te (Fig. 40a). Truncus bis 60 mm lang. Grosse Tibialsporne stets am IV. und III. Beinpaare
6. Mastigoproctus Poc., p. 36.

- 2tes Fühlerglied nicht deutlich länger als das 3te (Fig. 40b). Truncus 35—50 mm lang. Tibialsporne meist nur am IV. Beinpaar 14

14. Caudalanhang ziemlich dicht mit langen steifen Borsten besetzt. Truncus bis 50 mm lang. 2tes Bauchsegment mit 2 schwachen Querdepressionen, die sich in der Mittellinie zu vereinigen streben . . . . . . 6. Mastigoproctus Poc., pag. 36.

— Caudalanhang nur hie und da mit einzelnen Borsten im Grunddrittel, sonst kahl. Truncus bis 35 mm lang. 2tes Bauchsegment jederseits der Mittellinie mit einer fast rundlichen Grube, die denen des IV.—VII. Bauchsegmentes entspricht 5. Thelyphonus Latr., p. 19.

15. Ohne Ommatiden. Hauptaugen dem Cephalothorax flach aufliegend. Tibienapophyse stets am Ende dornartig, nicht mit der Spitze des beweglichen Fingers zusammentreffend. America . . . . Thelyphonellus, Poc., p. 41.

— Mit Ommatiden. Hauptaugen einem erhabenen Buckel eingefügt. Tibienapophyse beim ♂ ohne schneidende gesägte Vorder- und Hinterkante, nicht ganz allmählich in einen spitzen Dorn endigend, mit der Klauenspitze des beweglichen Fingers artikulierend (Fig. 43, Fig. 45—48). Ostasien 16

16. Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande mit 1 Dorn (selten 2), beim ♂ lang zangenartig (Fig. 42). Femur u. Tibia der Kiefertaster beim ♂ vielmal länger als breit. Hand oberseits flach, mit tiefer Grube (Fig. 43). 8. Labochirus Poc., p. 42.

— Coxalfortsatz der Kiefertaster am Innenrande ohne einen gegen die Mittellinie vorspringenden Zahn. Femur u. Tibia beim ♂ nicht auffallend verlängert. Hand oberseits convex (Fig. 45, 47) . . . . 9. Hypoctonus Thor., p. 43.

1. Gatt. **Mimoscorpius** Poc. 1894.

Thelyphoniden mit scharfer Randcrista des Cephalothorax von den Seitenaugen bis zur Stirn, ohne erhabenen Längswulst zwischen den beiden Hauptaugen, beim (allein bekannten) ♂ mit platter Hand, die doppelt so breit ist, als der schlanke, cylindrische, 4 mal so lange als breite Femur (Fig. 4). I. Bauchsegment ohne Medianfurche, II. ohne Dorn.

1. **Mimoscorpius pugnator** (Butl.) 1872.

1872 Thelyphonus pugnator Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) x. p. 204.
1894 Mimoscorpius pugnator Pocock ibid (6) XIV. p. 132.

Färbung und Gestalt des Truncus wie bei den übrigen Thelyphoniden. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 6 Zähnen; der schlanke cylindrische Femur nur unterseits gegen das Vorderende mit kleinem Dorn. Tibia halb so lang als der Femur, mit langer, schlanker, ungezähnter (?) Apophyse. Unbeweglicher Finger der Hand breit zusammengedrückt und stark gekrümmt, beweglicher Finger fast gerade, am Ende 2spaltig, beidseitig gesägt. Schenkel der Beine runzelig körnig. Tibialsporne nur an den IV. Beinpaaren.

Die Heimat des Mimoscorpius pugnator sind die Philippinen. Bisher ist nur ein männliches Individuum (Brit. Mus.) bekannt.

2. Gatt. **Typopeltis** Poc. 1894 emend.

Thelyphoniden mit scharfer Randcrista des Cephalothorax von den Seitenaugen bis zum Stirnrande, mit erhabenem Längstwulst zwischen den Stirnaugen, mit gewölbter Oberhandfläche. Fühlerglieder sämtlich erheblich länger als breit. Tibialsporne an allen 3 hinteren Beinpaaren. Apophyse der Maxillartibia beim ♂ modifiziert, d. h. ohne schneidende Vorderkante und nicht allmählich dornartig zugespitzt, sondern lang cylindrisch oder gekniet, ohne schneidende gesägte Vorderrandkante, am Ende mit 2 oder mehreren kurzen Zacken und mit der Spitze des beweglichen oder mit dem unbeweglichen Finger sich zangenartig berührend (Fig. 11—13). I. Bauchsegment nur in der Hinterhälfte mit breit dreieckig sich erweiternder Medianfurche, Hinterrand des II. Segments in der Mitte mit kaum merklichem Dornhöcker. ♀ ohne modifizierte Tibienapophyse, Fühlerglieder meist einfach cylindrisch, selten die letzten am Grunde buchtig eingekerbt oder unterseits verdickt und geschwärzt. I. Bauchsegment oft mit tiefer querovaler oder Y förmiger Mediangrube (Fig 18, 19).

Nur mit grossen Zweifeln wage ich es, die vorstehende Gattungsdiagnose aufzustellen. *Pocock,* der Begründer der Gattung, hat nur weibliche Exemplare zur Verfügung gehabt, und das einzige Weibchen, welches ich untersuchen konnte, entbehrt gerade der von *Pocock* in den Vordergrund gestellten Mediangruben des I. Bauchsegments. Wenn ich dennoch nicht zur Aufstellung einer eigenen Gattung für die mir vorliegenden Formen gelangt bin, sondern die letzteren unter Erweiterung der Gattungsdiagnose der Gattung Typopeltis einreihen zu dürfen glaube, so bestimmt mich hierzu einmal das allen Formen gemeinsame Vaterland — China und dessen Grenzgebiete —, in dem die übrigen Gruppen der Thelyphoniden völlig vermisst werden, sowie andererseits die Bemerkung *Pocock's* dass er selbst die Zugehörigkeit des mir vorliegenden *Tarnani'schen* Thelyphonus amurensis zu seiner neuen Gattung Typopeltis für wahrscheinlich halte (36. p, 126).

Bei dem spärlichen Material, das bis jetzt von dieser Gruppe zur Untersuchung gelangt ist, kann die Beschreibung und Charakterisierung der Arten nur eine durchaus lückenhafte sein. Wie es scheint, haben wir 5 verschiedene Formen auseinander zu halten, von denen 2 jedoch nur im männlichen, 2 andere nur im weiblichen Geschlecht bekannt sind. Bei der Verschiedenheit der secundären Geschlechtscharaktere ist es zur Zeit leider unmöglich zu sagen, ob vielleicht diese nur in einem Geschlecht bekannten Arten später als zusammengehörig sich erweisen werden.

1. Tibienapophyse modifiziert, d. h. ohne scharfe gesägte Vorderrandkante, nicht allmählich in einen spitzen Dorn auslaufend, sondern rundlich, cylindrisch (dann gegen das Ende allmählich sich verjüngend) oder gekniet, mit der Spitze des beweglichen Fingers oder der Seite des unbeweglichen Fingers zangenartig zusammenschliessend (Fig. 11—13). Zweites Bauchsegment am Hinterrande mit winzigem Dörnchen. ♂. 2.

— Tibienapophyse von gewöhnlicher Form, mit schneidender, gesägter Vorderkante, gegen die Spitze in einen starken, spitzen Dorn auslaufend, der nicht mit den Fingern der Hand zangenartig zusammenschliesst. II. Bauchsegment ohne Hinterrand-Dörnchen. ♀ 4

2. Tibienapophyse durchaus gerade, sich langsam verjüngend, an der Spitze schwach 2zähnig ausgerandet (Fig. 11). Innenrand der Hand völlig geradlinig als Aussenrand des unbeweglichen Fingers sich fortsetzend (Fig. 11). Seiten der Bauchsegmente dichtkörnig, raspelig . . . . 1. T. amurensis (Tarn.), p. 13.

— Tibienapophyse winklich gekniet, gegen das Ende wieder klumpfussartig verbreitert und hier am gerundeten Vorderrande 3—6zackig (Fig. 12, 13). Innenrand der Hand mit dem Aussenrande des unbeweglichen Fingers keine völlig gerade Linie bildend. Seiten der Bauchsegmente zerstreut körnig 3

3. Trochanter der Maxillen unterseits mit 2 in verschiedener Höhe neben einander stehenden Dornen; seine vertikale Vorderkante nicht in starke, hahnenkammartige Zacken ausgezogen. 1ter (äusserster) Randdorn der Trochanteroberfläche winzig, viel kleiner als der 2te, die Vorecke bildende (Fig. 14). Tibienapophyse am Ende nur mit 3 Zähnen (Fig. 12). Aussenrand des unbeweglichen Fingers nur ein wenig geschweift in den Innenrand der Hand übergehend . . . . 2. T. niger (Tarn.), p. 13.

— Trochanter der Maxillen unterseits mit 3 übereinander stehenden Zacken, die zusammen mit dem ersten mächtigen Dorn der oberen Vorderrandzähne des Trochanters eine hahnenkammartig gelappte vertikale Vorderrandkante darstellen (Fig. 15). Der erste (äusserste) Randdorn der Trochanteroberseite viel grösser und dicker als die übrigen (Fig. 16). Tibienapophyse am Ende mit 6, durch eine tiefere Einbuchtung in 2 Partieen geteilten Zähnen (Fig. 13). Innenrand der Hand mit dem Aussenrande des unbeweglichen Fingers einen stumpfen Winkel bildend
3. T. formosanus n. sp., p. 14.

4. Hinterrand des I. Bauchsegments in der Mitte bogig nach hinten vorgezogen, die Fläche nur mit 2 seitlichen, kurz strichförmigen Gruben (Fig. 17), aber ohne tiefe, mediane, querovale oder Y förmige Grube unweit des Vorderrandes. Letzte Fühlerglieder ohne buchtige Einkerbung unterseits am Grunde
1. T. amurensis (Tarn.), p. 13.

— Hinterrand des I. Bauchsegments gestutzt oder ausgeschweift, die Fläche ausser schwächeren seitlichen Depressionen mit einer tiefen, medianen, querovalen oder Y förmigen Grube unweit des Vorderrandes (Fig. 18, 19) 5

5. I. Bauchsegment mit querovaler Mediangrube, am Hinterrande beiderseits der Mittellinie seicht ausgeschweift (Fig. 18). Letzte Fühlerglieder einfach cylindrisch
4. T. stimpsonii (Wood), p. 15.

— I. Bauchsegment mit Y förmiger Mediangrube (Fig. 19), am Hinterrande median bogig ausgerandet (sodass beiderseits der Mittellinie eine Ecke nach hinten vorspringt). 8. und 9. Fühlerglied unterseits am Grunde mit tiefer buchtiger Einkerbung. 5. T. crucifer Poc., p. 15.

1. Typopeltis amurensis (Tarn.) 1889.

1889 Thelyphonus amurensis Tarnani in: Zool. Anz. 1889 p. 119.
1890 Thelyphonus amurensis Tarnani in: Horae soc. ent. ross. Bd. XXIV, p. 519 Tfl. III f. 3a und 3b.
1894 Typopeltis amurensis Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 126.

Färbung braun, Gliedmassen heller. Randcrista des Cephalothorax nach vorn bis zum Augenhügel ziehend, wie bei den übrigen Arten. Fläche des Cephalothorax vorn etwas runzelig körnig, hinten zerstreut feinkörnig, dazwischen chagriniert. Abdomen oberseits ohne Medianlinie, unterseits glatt, glänzend, an den Seiten beim ♀ etwas fein nadelstichig, im 5. und 6. Segment gekörnt, beim ♂ grob raspelig körnig, dazwischen nadelstichig. I. Bauchsegment grossbogig nach hinten vorgezogen, auf der Fläche nur mit je einer seitlichen strichförmigen (♀) oder rundlichen (♂) Grube und dreieckiger Depression in der Mitte des Hinterrandes (Fig. 17). II. Bauchsegment beim ♂ mit winzigem Hinterranddorn, beim ♀ mit 3 queren Depressionen. Ommatiden rund, mässig gross.

Coxalfläche der Maxillen fein nadelstichig, dazwischen zerstreute Grübchen; Coxalfortsatz innenseits nicht geschultert. Trochanter oberseits ziemlich dicht raspelig, beim ♀ fast quadratisch, mit 5 Randdornen, beim ♂ rhombisch, mit grossem 2tem, die Vorecke bildendem Randdorn. Femur grob raspelig, an der oberen Innenkante ohne deutlichen Dorn. Tibia beim ♂ grob raspelig, beim ♀ raspelig-grubig oder nur am Grunde raspelig-grubig, nach vorn zerstreut grubig. Apophyse beim ♀ mit schneidender gezähnter Vorderrandkante, in einen spitzen Dorn auslaufend, längs der Hinterrandkante mit 1—3 Sägezähnen, beim ♂ rundlich cylindrisch, aber allmählich sich verjüngend, nur am Grunde des Innenrandes mit einigen Zähnen, am Ende kurzgabelig 2zähnig und hier mit der Spitze des beweglichen Fingers zangenartig zusammenschliessend (Fig. 11), am gerundeten Hinterrande ohne Zahnbildung. Hand grubig bis raspelig wie die Tibia.

Glieder der Fühlergeissel sämmtlich gestreckt (Fig. 10b), die des ♂ mehr, als die des ♀, alle einfach cylindrisch. Letztes Glied fast länger als 7. + 8. Körperlänge etwa bis 35 mm.

Das Originalexemplar Tarnani's (♀) stammt aus der Nähe der Olgabay im Amurlande. Ein weiteres, diesem im Wesentlichen gleichendes Exemplar (nur die Tibia ist dichter raspelig-grubig) besitzt das Petersburger Museum von Sikiang bei Canton, von wo auch das mir vorliegende männliche Exemplar stammt, welches ich eben wegen dieser Gleichheit des Fundortes als zu T. amurensis gehörig betrachtet habe.

2. Typopeltis niger (Tarn.) 1894.

1894 Thelyphonus niger Tarnani in: Zool. Anz. 1894 p. 30.
1895 Thelyphonus niger Tarnani in: Horae soc. ent. ross. Bd. XXIX p. 112 Tfl. I. f. 5, 6. 11.

Cephalothorax und Abdomen oberseits wie bei der vorigen Art, Färbung fast schwarz, Gliedmassen dunkelbraun. I. Bauchsegment beim (allein bekannten) ♂ ohne seitliche Gruben, nur auf der Mittelfläche etwas quer-nadelrissig und mit dreieckiger Depression am Hinterrande. II. Bauchsegment in der Mitte etwas schwammig aufgetrieben,

am Hinterrande mit kaum merkbarem Dörnchen. Seiten der Bauchsegmente zerstreut körnig, dazwischen einzelne eingestochene Punkte. Ommatiden ziemlich gross, rund.

Coxalfläche der Maxillen fein nadelstichig, dazwischen zerstreute Grübchen; Coxalfortsatz innenseits nicht geschultert, mundwärts, wie bei T. amurensis, nur 1 Zahn sichtbar. Trochanter oberseits raspelig, fast glatt gegen den Vorderrand, der mit 5 Dornen besetzt ist, deren 1ter (äusserster) winzig, deren 2ter grösster die Vorderecke bildet (Fig. 14). Trochanter unterseits mit 2 in verschiedener Höhe neben einander stehenden Dornen, seine vertikale Vorderkante nicht in starke, hahnenkammartige Zacken ausgezogen. Femur grob-raspelig, an der oberen Innenkante ohne deutlichen Dorn, Tibia am Grunde und an der Aussenseite gross-grubig, in der Mitte der Oberfläche fast glatt. Apophyse stumpfwinklig gekniet, nach vorn klumpfussartig verbreitert und hier am Innenrande mit 3 Zähnen (Fig. 12). Grundhälfte der Apophyse unterhalb des Knies am Vorderrande sägezähnig, Endhälfte am Vorder- und Hinterrande glatt. Hand gegen die Finger verbreitert, oberseits am Grunde grubig, ihr Innenrand nur wenig geschweift in den Aussenrand des unbeweglichen Fingers übergehend (Fig. 12). Beweglicher Finger mit seiner Spitze zwischen die Endzähnchen der Tibienapophyse passend.

Fühlergeissel vermutlich mit gestreckten Gliedern, wie bei der vorigen Art (am Originalexemplar fehlend). Körperlänge 32 mm.

Fundort: »China« (Mus. Petersburg).

3. Typopeltis formosanus n. sp.

Das allein bekannte Männchen dieser Art ist braunschwarz mit helleren Gliedmassen. Cephalothorax ähnlich dem der vorigen Arten. I. Bauchsegment ohne seitliche Gruben, nur mit medianer, sich dreieckig erweiternder Furche in der Hinterhälfte des Segments, auf der Fläche glatt, an den Seiten matt. II. Bauchsegment in der Mitte etwas gewulstet, mit deutlichem Dörnchen am Hinterrande. Seiten der Bauchsegmente fein nadelstichig, dazwischen zerstreut gekörnt, hintere auf der Fläche äusserst fein nadelstichig.

Coxalfläche der Maxillen fein nadelstichig und runzelig; Coxalfortsatz innen kaum geschultert, mundwärts mit einem Zahn. Trochanter oberseits am Grunde raspelig, sein 1ter (äusserster) Dorn vielmal grösser und dicker, als die 4 inneren, von ihnen entfernt (Fig. 16). Trochanter unterseits mit 3 fast in einer Linie übereinander stehenden Dornen, die zusammen mit dem ersten mächtigen Dorn des Oberrandes eine hahnenkammartig gelappte vertikale Vorderrandkante bilden (Fig. 15). Femur oberseits raspelig, ohne Dorn an der oberen Innenkante. Tibia gross-grubig, ihre Apophyse winklig nach vorn gekniet, am Ende etwas erweitert und hier mit 5—6 durch einen tieferen Einschnitt in 2 Partieen geteilten Zähnen, deren vordere sich mit dem Rande des unbeweglichen Fingers berühren (Fig. 13). Grundhälfte der Apophyse am Vorderrande nicht sägezähnig. Hand grossgrubig, gegen die Finger auffallend verjüngt; ihr bogiger Innenrand im stumpfen Winkel in den gezähnten Aussenrand des unbeweglichen Fingers sich fortsetzend (Fig. 13). Beweglicher Finger mit seiner Spitze nicht mit dem Ende der Tibienapophyse zangenartig zusammentreffend.

Glieder der Fühlergeissel gestreckt, wie bei T. amurensis. Truncuslänge 26 mm. Bisher nur ein Exemplar (♂) von Formosa bekannt (Wiener Hofmuseum).

4. Typopeltis stimpsonii (Wood) 1862.

1862 Thelyphonus stimpsonii Wood in: Proc. Acad. Philadelphia 1862 p. 312.
1872 Thelyphonus sinensis Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X. p. 205, juv. (teste Pocock).
1894 Typopeltis stimpsonii Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV. p. 126, Tfl. II, f, 3, 3a.

Das allein bekannte Weibchen ist schwarz. Cephalothorax wie bei den übrigen Arten. Ebenso Abdomen oberseits und Ommatiden. I. Bauchsegment etwas vor der Mitte mit einer sehr tiefen querovalen Mediangrube (Fig. 18); beiderseits derselben strichförmige, gebogene, unter der Mediangrube genäherte Depressionen. Hinterrand des I. Bauchsegments gestutzt und jederseits der Mitte ein wenig ausgerandet. II. Bauchsegment sehr schmal, mit geradem Hinterrand.

Coxalfläche der Maxillen fein und dicht nadelstichig, dazwischen zerstreute grössere Grübchen, Coxalfortsatz innen nicht geschultert. Trochanter unterseits mit 2 Zähnen, oberseits mit 4 Randdornen, von denen der erste (äusserste) und der Eckdorn gross; Oberfläche raspelig. Femur am oberen Innenrande mit kleinem Dorn, grob raspelig, Tibia ziemlich dicht grob-grubig, die Apophyse mit gesägter Vorderkante und spitzem Enddorn; ihre Hinterrandkante mit 1—2 Zähnen. Hand gross-grubig; unbeweglicher Finger auch am Aussenrande sägezähnig.

Glieder der Fühlergeissel gestreckt, die Unterseite des 5.—8. Gliedes schwärzlich und verdickt, die Endglieder ohne buchtige Einkerbung unterseits nahe der Basis. Körperlänge 47 mm.

Bisher nur 2 Weibchen von den Liu-Kiu Inseln, ein Weibchen juv. (T. sinensis Butl.) von Hongkong und das Wood'sche Originalexemplar von Japan.

5. Typopeltis crucifer Poc. 1894.

1894 Typopeltis crucifer Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV. p. 128, Tfl. II, f. 4, 4a.

Der vorigen Art im Wesentlichen gleichend, aber das I. Bauchsegment mit einer tief Y förmigen Grube, welche jederseits von einer flachen, geraden, bis zum Hinterrande reichenden Depression flankirt wird (Fig. 19). Hinterrand des I. Bauchsegments in der Mittellinie weit bogig ausgerandet, so dass der Vorderrand des II. Bauchsegments hier sichtbar wird. Trochanter-Innenrand oberseits mit 3 Zähnen, Tibienapophyse am Hinterrande mit 3 Sägezähnen. 8. und 9. Segment der Fühlergeissel unterseits nahe dem Grunde mit tiefer buchtiger Einkerbung; 5.—8. unterseits nicht verdickt und geschwärzt. Körperlänge 38 mm.

Bisher nur 3 Weibchen bekannt, ohne Fundort (Brit. Museum).

3. Gatt. **Abalius** n. g.

Telyphoniden mit scharfer Randcrista des Cephalothorax von den Seitenaugen bis zum Stirnrande, mit erhabenem Längswulst zwischen den Stirnaugen, mit gewölbter Oberhandfläche. Fühlerglieder lang oder kurz, beim ♀ modifiziert oder nicht. Die 3 letzten Beinpaare mit Tibialspornen. Ommatiden fehlend. Tibienapophyse der Maxillen bei ♂ und ♀ mit schneidender, gesägter Vorderkante, allmählich in einen Dorn zugespitzt. I. Bauchsegment beim ♂ (juv) nur mit seichter Medianfurche, II. mit winzigem Dorn am Hinterrande.

Da mir von dieser Gattung im männlichen Geschlecht nur ein jugendliches Exemplar zu Gebote steht, so vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben, ob die Medianfurche des I. Bauchsegments und der Hinterranddorn des II. ganz die Ausbildung erlangt, wie bei der Gattung Thelyphonus. Die Tibienapophyse der Maxille ist aber jedenfalls beim ♂ nicht modifiziert, so dass der wesentlichste Unterschied von der Gattung Thelyphonus lediglich in dem Fehlen der Ommatiden zu erblicken ist.

Bisher liegen 2 Arten vor, beide aus dem äussersten Südosten des Verbreitungsbezirks der Familie.

1. 3tes Fühlerglied 2—3 mal so lang als breit, alle folgenden mindestens $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, alle cylindrisch, nicht modifiziert (Fig. 20); letztes (9tes) nur so lang als die Summe des 7. und 8. I. Bauchsegment dicht fein nadelstichig, dazwischen zerstreute gröbere Grübchen . . . . 1. A. Rohdei n. sp., p. 16.

— 3tes Fühlerglied noch nicht ganz so lang als breit, 4. - 8. alle ganz kurz, doppelt so breit als lang (Fig. 21); letztes Glied lang elliptisch, seitlich zusammengedrückt (♀) und so lang als die 6 vorhergehenden zusammengenommen (Fig. 21). I. Bauchsegment nur ziemlich dicht grob nadelstichig . . . 2 A. samoanus n. sp., p. 17.

1. **Abalius Rohdei** n. sp.

Färbung braun. Beine und Fühler heller. Cephalothorax vorn grob runzelig körnig, hinten grobkörnig. Augenhügel gegen den Stirnrand steil abfallend. Abdomen oberseits grobkörnig; Medianlinie meist nur in den vorderen Segmenten deutlich. I. Bauchsegment beim ♀ bogig vorgezogen, auf den Seiten mit je einer grubigen Depression, dicht fein nadelstichig, dazwischen gröbere Stiche, beim ♂ juv. ohne grubige Depression, mit zarter Medianfurche. Uebrige Bauchsegmente alle bis gegen die Mitte fein nadelstichig; II. beim ♂ am Hinterrande mit winzigem Dorn.

Coxalflächen der Maxillen zerstreut grob nadelstichig; Coxalfortsatz am Innenrande stumpf zahnartig geschultert, mundwärts nur ein grösserer Randzahn deutlich. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits grubig raspelig, mit 5 Randdornen, von denen die beiden äusseren fast gleich gross. Femur raspelig, mit winzigem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia gross-grubig, Apophyse aussen mit 2 – 3 Zähnen, Hand zerstreut gross-grubig.

3tes Glied der Fühlergeissel cylindrisch, gestreckt, 2—3 mal so lang als breit, die folgenden alle kurz cylindrisch, nicht modifiziert, etwa 1½ mal so lang als breit; 9tes so lang, als das 7. und 8. zusammen genommen (Fig. 20). Truncuslänge 35 mm.

Bisher nur 4 Weibchen und 1 junges Männchen von Neu Guinea (Rohde leg.), die Eigentum des Berliner Museums sind.

2. Abalius samoanus n. sp.

Das einzige mir vorliegende noch ziemlich junge Weibchen ist hell gelbrot. Cephalothorax vorn grubig runzelig, hinten feinkörnig. Augenhügel weniger steil zum Stirnrande abfallend. Abdomen körnig, nadelstichig, mit durchgehender Medianlinie. I. Bauchsegment wie bei der vorigen Art, aber nur mit groben Nadelstichen mässig besetzt. Ebenso die übrigen Bauchsegmente. Keine Mittelnaht.

Coxalfläche der Maxillen ziemlich dicht grob nadelstichig, Coxalfortsatz wie bei der vorigen Art. Trochanter oberseits gross-grubig, mit 5 Randdornen, von denen der 2te, an der Vorecke stehende erheblich grösser ist, als die übrigen. Femur und Tibia dicht gross-grubig, Tibienapophyse am Aussenrande mit 2 — 3 undeutlichen Zähnen; Hand zerstreut grubig.

Fühlergeissel sehr eigenartig, augenscheinlich anders gebaut, als beim ♂, an die von Thelyph. schimkewitschi ♀ erinnernd: Nur das 2te Fühlerglied gestreckt, etwas verkehrt kegelförmig, 3tes bis 8tes ganz kurz, breiter als lang, verkehrt kegelförmig; 7tes am Vorderrande mit kleinem seitlichem Fortsatz, 8tes mit 2 kleinen Zähnen am Vorderrande; 9tes lang elliptisch, beidseitig plattgedrückt und so lang, als die 6 vorhergehenden Segmente (Fig. 21). Truncuslänge bis 25 mm.

Fundort: Upolu (Museum Hamburg).

Es wäre nicht unmöglich, dass die hier neu beschriebene Art mit dem Thel. insulanus Keys. von Kandavu auf den Fidji-Inseln als identisch sich erweist. Leider sagt der Autor in seiner Beschreibung nichts über das Fehlen der Ommatiden, über welche auch die Abbildung keine Auskunft giebt. Der einzige Unterschied, der geltend zu machen wäre, ist das Auftreten eines deutlichen, dornartigen Höckers auf der einen platten Seite des Fühlerendgliedes und eine etwas stärkere Anschwellung des 7. Fühlergliedes bei Th. insulanus, beides Merkmale, die sehr wohl als Zeichen grösserer Geschlechtsreife gegenüber dem mir vorliegenden jugendlichen Exemplar aufgefasst werden könnten. Unglücklicherweise scheint das dem Museum Godeffroy entstammende Keyserling'sche Exemplar verloren gegangen zu sein, so dass sichere Schlüsse über die Stellung des Th. insulanus zur Zeit unmöglich sind, zumal auch der Thelyphonus schimkewitschi Tarn. in Frage kommen könnte.

4. Gatt. Tetrabalius Thor. 1888.

Thelyphoniden mit scharfer Randcrista des Cephalothorax von den Seitenaugen bis zum Stirnrande, mit erhabenem Längswulst zwischen den Stirnaugen, mit gewölbter Oberhandfläche. Fühlerglieder wenig länger als breit, beim ♀ etwas modifiziert (zum Theil unterseits geschwärzt). Nur das IV. Beinpaar mit Tibialspornen. Ommatiden 4, zu je 2 jederseits des 3. Caudalgliedes übereinander stehend (Fig. 6). Tibienapophyse der Maxillen bei ♂ und ♀ mit schneidender, gesägter Vorderrandkante, allmählich in einen Dorn zugespitzt. I. Bauchsegment beim ♂ mit tiefer Medianfurche, die sich am Hinterrande dreieckig erweitert, II. am Hinterrande median mit deutlicher Spina.

Bisher sind 2 Arten bekannt.

1. Trochanter oberseits am Vorderrande mit 6 Dornen. Längswulst zwischen den Stirnaugen nicht über den Stirnrand verlängert. I. Bauchsegment nur 1½ mal so breit als lang, so lang als das V. und VI. Segment zusammen. Schenkel der Beine braun . . . . 1. T. seticauda (Dol.), p. 18.

— Trochanter oberseits am Vorderrande mit 5 Dornen. Längswulst zwischen den Stirnaugen nach vorn weit bis über den Stirnrand verlängert. I. Bauchsegment doppelt so breit als lang, viel kürzer als das IV. + V. Segment. Schenkel der Beine schwarz. 2. T. nasutus Thor., p. 19.

1. Tetrabalius seticauda (Dol.) 1857.

1857 Thelyphonus seticauda Doleschall in: Tijdschr. v. Nederl. India XIII. p. 404.
1859 Thelyphonus seticauda Doleschall ibid. 1859, p. 4.
1888 Tetrabalius seticauda Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI. p. 395.

Färbung braun. Cephalothorax vorn wulstig-buckelig, hinten gekörnt, dazwischen nadelstichig. Längswulst zwischen den Stirnaugen nach vorn nur wenig über die Augen verlängert, nicht den Stirnrand überragend. Abdomen oberseits mit Medianlinie, gekörnt, dazwischen nadelstichig. Ommatiden mässig gross, die oberen grösser als die unteren, rundlich. I. Bauchsegment beim ♂ mit Medianfurche, beim ♀ mit bogigem Hinterrande und 2 seichten Depressionen auf der Fläche, am Rande dicht gross-grubig, in der Mitte zerstreut grubig-nadelstichig. Uebrige Bauchsegmente dicht fein nadelstichig, in den Mitten auch mit zerstreuten Grübchen. Medianlinie bei jüngeren Individuen fast vollständig, bei älteren als feine erhabene Medianleiste im vorderen Drittel der Segmente.

Coxalfläche der Maxillen unterseits ziemlich dicht grubig; Coxalfortsatz am Innenrande fast zahnartig geschultert. Trochanter oberseits dicht raspelig, mit 6 Randdornen, von denen der dritte, die Vorderecke bildende, der grösste. Femur dicht raspelig, ein oberer Randdorn sehr winzig. Tibia dicht gross-grubig, ihre Apophyse am Aussenrande mit 3—5 Sägezähnen in beiden Geschlechtern. Hand oberseits ziemlich dicht grubig.

Zweites Glied der Fühlergeissel gestreckt, doppelt so lang als breit, die folgenden kurz, nur so lang oder wenig länger als breit; 9tes so lang als 7. und 8. Beim reifen ♀

ist das 6. bis 8. Fühlerglied unterseits geschwärzt und etwas wulstig. Körperlänge bis 33 mm.

Heimat: Molukken (Amboina, Ternate, Halmaheira, Batjan).

2. Tetrabalius nasutus Thor. 1888.

1888 Tetrabalius nasutus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI. p. 401.

Der vorigen Art gleichend, aber der Längswulst zwischen den Augen nach vorn verlängert und ziemlich weit über den Stirnrand hinausragend. I. Bauchsegment fast doppelt so lang als breit. Trochanter oberseits mit nur 5 Randdornen. Schenkel der Beine schwarz. Körperlänge 27 mm.

Bisher nur ein Exemplar von Borneo (Museum Stockholm).

5. Gatt. Thelyphonus Latr. 1806 emend.

Thelyphoniden mit Randcrista in der Vorderhälfte des Cephalothorax, convexer Oberhand, 2 Ommatiden am 3. Caudalglied, ohne Innenranddorn am Coxalfortsatz der Maxillen. Tibienapophyse der Maxillen in beiden Geschlechtern mit geschärfter, gesägter Vorderrandkante, allmählich in einen spitzen Dorn auslaufend, der nicht mit der Endklaue des beweglichen Fingers sich berührt (Fig. 9). ♂ namentlich durch das mit tiefer, durchgehender Medianfurche versehene grosse I. Bauchsegment und einen kleinen Dorn in der Mitte des Hinterrandes des II. Bauchsegments charakterisiert (Fig. 7a); ♀ ohne Medianfurche im I. Bauchsegment und ohne Dorn im II. (Fig 7b), aber häufig (bei allen Formen mit kurzen Fühlergliedern) einige der mittleren Fühlerglieder eigentümlich modifiziert (schwarz gefärbt, aufgedunsen, zusammengedrückt, mit Ausbuchtungen, Höckern, Fortsätzen und dergleichen).

Der Gattungsname Thelyphonus, ursprünglich von *Latreille* für die Gesamtformen der Familie angewandt, muss derjenigen Gruppe verbleiben, in welcher der erstbeschriebene Typus der Gattung, das Phalangium caudatum L. von Java, seinen Platz findet. Die Zahl der Arten in der etwa im Sinne *Pocock's* von mir aufgefassten Gattung ist noch immer eine recht beträchtliche. Ihr Verbreitungsgebiet ist fast ausschliesslich das östliche Asien, von Vorderindien und den grossen Sundainseln bis Hinterindien, zu den Philippinen und Molukken. Vereinzelte Exemplare sind auf Neu Guinea und den Hebriden beobachtet worden.

Bei der meist unzureichenden Beschreibung früherer Autoren ist es nicht möglich, alle aufgestellten Formen mit Sicherheit zu identifizieren. Solche Arten konnten daher in der nachfolgenden Bestimmungstabelle nicht berücksichtigt werden und sind nur später im Text an geeigneter Stelle eingefügt.

1. 3tes Fühlerglied (und meist auch die nächstfolgenden) kürzer oder kaum länger als breit (selten bis 1½ mal so lang als breit), deutlich kürzer als das 2te (Fig. 22—33).

Beim reifen ♀ einige der mittleren Fühlerglieder unterseits geschwärzt und modifiziert 2

— 3tes Fühlerglied (wie auch die übrigen) gestreckt, fast doppelt bis mehrmal länger als breit*), meist länger als das 2te (Fig. 34—36). Fühlerglieder auch beim ♀ meist alle einfach cylindrisch und nicht modifiziert. Tibia und Hand stets nur zerstreut grubig oder nadelstichig. 20

2. Nur das IV. oder das III. und IV. Beinpaar am Ende der Tibien innenseits mit deutlichem Sporn 3

— Alle 3 hinteren Beinpaare mit Tibialsporn 15

3. Nur das IV. Beinpaar mit Tibialsporn 4

— III. und IV. Beinpaar mit Tibialsporn 11

4. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 5 Dornen, nebst Femur und Tibien der Maxillen dicht grossgrubig-nadelstichig. 8. Fühlerglied etwa doppelt so lang als das 7. (Fig. 22 a. b). Ommatiden gross, fast rund, nur etwa um ihren Durchmesser von einander entfernt. ♀: 6tes Fühlerglied seitlich zusammengedrückt, 7tes wulstig verbreitert, beide nebst dem 8. unterseits geschwärzt (Fig. 22 b)
1. Th. candatus (L.), p. 24.

— Trochanter am Vorderrande mit 6 Dornen. 8. Fühlerglied nur so lang oder kaum länger als das 7te (Fig. 23—26). 5

5. 7tes Fühlerglied lang gestreckt, mindestens doppelt so lang als breit, so lang oder länger als das 8te und mehr als ½ so lang als das 9te Glied (Fig. 23 a, b, c). Truncus bis 50 mm lang. Ommatiden sehr gross, rund. ♀: 6tes Fühlerglied verbreitert, 7. und 8. kaum modifiziert, nur unterseits etwas grubig-wulstig und schwärzlich
6. Th. doriae Thor., p. 27.

— 7tes (und oft auch 8tes) Fühlerglied wenig oder nicht länger als breit, nicht halb so lang als das 9te (Fig. 24—26). Truncus nur bis 30 mm lang. Ommatiden meist queroval. ♀: 7tes Fühlerglied am meisten modifiziert (oft auch das 6te), unterseits verbreitert oder mit spiralig gedrehter Grube (Fig. 24—27) 6

6. ♂ (I. Bauchsegment mit rilliger durchgehender Medianfurche, II. in der Mitte des Hinterrandes mit zahnartigem Dorn) 7

— ♀ (I. Bauchsegment ohne durchgehende Medianrille, II. ohne Dorn am Hinterrande. Mittlere Fühlerglieder [bei reifen Exemplaren] modifiziert) 8

7. Truncus bis 30 mm lang. 3tes Fühlerglied kurz cylindrisch, ziemlich so lang als das 4te (Fig. 24 a). 7tes und 8tes Bauchsegment bei Erwachsenen mit tiefer Medianfurche, in der eine feine erhabene Längsleiste deutlich ist. Uebrige Bauchsegmente an den Seiten flach-rissig-grubig, auf der Fläche glatt und kaum nadelstichig
2. Th. linganus C. Koch ♂, p. 25.

— Truncus nur bis 22 mm lang. 3tes Fühlerglied zusammengedrückt kugelig, viel kürzer als das 4te (Fig. 25 a). Letzte Bauchsegmente nur mit feiner Medianfurche.

*) Bei ganz jungen Individuen weniger ausgeprägt.

Alle Bauchsegmente auf der ganzen Fläche dicht fein nadelstich, an den Seiten sehr dicht. . . . . 4. Th. klugii n. sp. ♂, p. 26

8. 7tes, oder 6tes und 7tes Fühlerglied unterseits mit spiralig gedrehter Grube*) (Fig. 24 c, 26 b) 9

— 7tes, oder 6tes und 7tes Fühlerglied unterseits wulstig verdickt, aber ohne tiefe Längsgrube (Fig. 25 b, c, Fig. 27 a, b) 10

9. 7tes und 6tes Fühlerglied mit Spiralgrube, 7tes mit vorspringendem Höcker am Innenrande (Fig. 24c). 3tes Fühlerglied viel breiter als lang (Fig. 24b). I. Bauchsegment auf der Fläche kaum dichter grubig-nadelstichig als die Coxenunterfläche der Maxillen. Letzte Bauchsegmente mit Medianfurche
2. Th. linganus C. Koch ♀, p. 25.

— Nur das 7te Fühlerglied unterseits mit Spiralgrube (Fig 26 b), 6tes nicht modifiziert. 3tes Fühlerglied länger als breit (Fig. 26 a). I. Bauchsegment äusserst dicht grob grubig-nadelstichig, viel dichter als die nur zerstreut nadelstichige Coxalfläche. Letzte Bauchsegmente ohne Medianfurche . . . . . . 3. Th. borneensis n. sp. ♀, p. 26.

10. Nur das 7te Fühlerglied unterseits schwarz und verdickt, nach der Innenseite vorspringend (Fig. 25 b, c), 6tes flach seitlich zusammengedrückt. Coxalunterfläche der Maxillen glatt, zerstreut nadelstichig. I. Bauchsegment ohne mediane Depression gegen den Hinterrand . . . . 4. Th. klugii n. sp. ♀, p. 26.

— Ausser dem 7ten auch das 6te Fühlerglied unterseits geschwärzt und verdickt (Fig. 27 a, b), nicht seitlich zusammengedrückt. Coxalunterfläche querrunzelig und ziemlich dicht nadelstichig. I. Bauchsegment gegen das Ende mit medianer Depression
5. Th. celebensis n. sp. ♀, p. 27.

11. 7tes Fühlerglied 2—2½ mal so lang als breit, so lang oder länger als das 8te (Fig. 23 b, c), Truncus bis 50 mm lang. Trochanter-Vorderrand mit 5—6 Dornen. Dorn des 2ten Bauchsegments beim ♂ schräg nach unten abstehend. ♀: 7tes Fühlerglied am meisten modifiziert, fast wie gedreht, unterseits geschwärzt und wulstig, 6tes ähnlich, aber weniger auffallend (Fig. 23 b). . . . 6. Th. doriae Thor., p. 27

— 7tes Fühlerglied kurz, kaum so lang (♀) oder wenig länger als breit, erheblich kürzer als das 8te (Fig. 28, 29). Truncus nur 20—35 mm lang. Trochanter-Vorderrand mit 6 Dornen. Dorn des 2ten Bauchsegments beim ♂ der 3ten Bauchschiene anliegend. ♀: Ausser dem 7ten Fühlerglied auch das 6te und 8te (zuweilen auch 5te) modifiziert, eins oder einige derselben mit dornigen Fortsätzen . . . 12

12. ♂ (1 tes Bauchsegment mit rilliger Medianfurche, 2 tes mit Dorn am Hinterrande) . 13

— ♀ (1 tes Bauchsegment ohne rillige Medianfurche, 2 tes ohne Dorn am Hinterrande. Mittlere Fühlerglieder [bei reifen Exemplaren] modifiziert).. 14

13. 4 tes Fühlerglied fast doppelt so lang als breit, länger als das 3 te (Fig. 28 a). Truncus bis 32 mm lang. Voreckdorn des Trochanter-Vorderrandes (der Maxillen) über doppelt so lang als die inneren. 1 tes Bauchsegment jederseits der Mittel-

*) Nur geschlechtsreife Weibchen dürften sicher bestimmbar sein.

linie meist mit flacher Grube; auf der ganzen Fläche, namentlich aber an den Rändern, dicht grob nadelstichig. . . . . 7. Th. suckii n. sp. ♂, p. 28.

— 4tes Fühlerglied nur so lang als breit, kaum länger als das 3te (Fig. 29a). Truncus nur bis 20 mm lang. Voreckdorn des Trochanter-Vorderrandes nicht oder kaum länger als die inneren. 1tes Bauchsegment ohne seitliche Gruben, seine Fläche nur mit einzelnen obsoleten Nadelstichen besetzt. . . . 8. Th. semperi n. sp. ♂, p. 29.

14. 8tes Fühlerglied länger als 7 + 6, oberseits tief bogig ausgebuchtet und am Grunde seitlich mit Dornfortsatz (Fig. 28b). 7tes Fühlerglied oben am Vorderrande mit 1—2 Zähnen, meist auch am Grunde mit Höcker. 6tes Glied nur seitlich wulstighöckerig. Truncus bis 32 mm. Ommatiden grösser als die Ocellen

7. Th suckii n. sp. ♀, p. 28.

— 8tes Fühlerglied kürzer als 7 + 6, cylindrisch, ohne Ausbuchtung und Grunddorn, nur unterseits geschwärzt (Fig. 29b). 7tes Fühlerglied nur oberseits am Grunde mit kleinem Zahn, unterseits breit polsterartig-wulstig. 6tes seitlich zusammengedrückt, oben am Vorderrande mit kleinem Dornhöcker; die vorhergehenden Glieder unterseits dunkelbraun. Truncus nur 20 mm lang. Ommatiden kleiner als die Ocellen. Strichförmige Gruben des 1ten Bauchsegments weniger scharf als bei der vorigen Art . . . . 8. Th. semperi n. sp. ♀, p. 29.

15. ♂ (1tes Bauchsegment mit rilliger, nach hinten ⊥förmig verbreiterter Medianfurche; 2tes Bauchsegment mit Dorn in der Mitte des Hinterrandes; Fühlerglieder sämmtlich unmodifiziert). 16

— ♀ (1tes Bauchsegment ohne rillige Medianfurche; 2tes Bauchsegment ohne Hinterranddorn; mittlere Fühlerglieder [bei reifen Exemplaren] modifiziert) 19

16. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 6 Dornen (selten der äusserste verkümmert), die gleich gross sind oder von denen der 3te (von aussen) grösser als die übrigen. Ommatiden gross, ihr Zwischenraum kleiner oder wenig grösser als eine Ommatide. Coxalunterfläche der Maxillen und 1tes Bauchsegment zerstreut obsolet nadelstichig. 17

— Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 5 fast gleichen Dornen (oder die 2 äusseren grösser). Ommatiden klein oder mässig gross (ihr Zwischenraum 1½ bis 4 mal so gross als eine Ommatide). Coxalunterfläche und 1tes Bauchsegment oft dicht nadelstichig 18

17. Die den Mandibeln zugekehrte Innenfläche des Maxillentrochanters neben den kleinen Höckern mit 2 stärkeren Dornen. Unbeweglicher Finger der Hand aussenseits gezähnt. Zwischenraum zwischen den Ommatiden kleiner als eine Ommatide. Hand sehr zerstreut nadelstichig. 3tes bis 6tes Fühlerglied deutlich länger als breit. 8tes Fühlerglied kürzer als das 7te (Fig. 30a); 4tes Bauchsegment mit grosser, behaarter Mediangrube. Tibienapophyse aussen am Grunde mit Zahn

9. Th. schimkewitschi Tarn. ♂, p. 29.

— Trochanteren-Innenfläche ohne stärkere, vor den übrigen hervortretende Höcker. Unbeweglicher Finger der Hand aussenseits fast wehrlos; ebenso aussenseits die

Tibienapophyse. Zwischenraum zwischen den Ommatiden grösser als eine Ommatide. Hand dicht grob-grubig nadelstichig. 3 tes bis 6 tes Fühlerglied kaum so lang als breit, kurz, perlschnurartig gerundet, 8 tes Fühlerglied länger als 7 (Fig. 31). Keine Mediangrube im 4 ten Bauchsegment. Tibienapophyse aussen am Grunde ohne Zahn 10. Th. hansenii n. sp. ♂, p. 30.

18. Ommatiden klein, ihr Zwischenraum 3—4 mal so gross als eine Ommatide. Trochanter der Maxillen oberseits dicht grobkörnig. Tibia dicht grob-grubig nadelstichig; ebenso meist auch die Hand. Unbeweglicher Finger fast so lang, als die Hand an seiner Anzatzstelle breit. 1 tes Bauchsegment zerstreut nadelstichig, Coxalunterfläche dichter nadelstichig. Hand innenseits am Rande stark dornzähnig; Cephalothorax vorn und hinten grobkörnig. 3 tes Fühlerglied nur so lang als das 4 te (Fig. 32 a), 9 tes kürzer als das 6. + 7. + 8 . . . 11. Th. asperatus Thor. ♂, p. 31.

— Ommatiden mittelgross, ihr Zwischenraum 1½ mal so gross als eine Ommatide. Trochanter oberseits glatt, netzfurchig, nur am Grunde körnig. Tibia zerstreut grubig, Hand glatt, sehr zerstreut grubig. Unbeweglicher Finger kaum länger als die halbe Breite der Hand an seiner Ansatzstelle. 1 tes Bauchsegment dichter nadelstichig als die Coxalunterfläche. Hand innenseits am Rande sehr feinzähnig. Cephalothorax vorn nur runzelig, hinten äusserst feinkörnig. 3 tes Fühlerglied deutlich länger als das 4 te, 9 tes so lang als 6. + 7. + 8. (Fig 33) 12. Th. sumatranus n. sp. ♂, p. 32.

19. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 6 Dornen. Ommatiden sehr gross, rundlich, ihr Zwischenraum kleiner als eine Ommatide. 8tes Fühlerglied beim reifen ♀ kurz, verdickt, vorn mit 3 kurzen spitzen Dornfortsätzen. 9tes Fühlerglied so lang als die 4 vorletzten, gestreckt elliptisch, fast gestielt, etwas zweiseitig plattgedrückt und in der Mitte auf der oberen Flachseite mit dornigem Tuberkel (Fig. 30 b) 9. Th. schimkewitschi Tarn. ♀, p. 29.

— Trochanter am Vorderrande mit 5 Dornen. Ommatiden klein, ihr Zwischenraum 3—4 mal grösser als eine Ommatide. 8tes Fühlerglied kurz, unterseits geschwärzt, kugelig, oberseits mit langem, spitzem bis zur Hälfte des 9. Segments reichendem Dorn; 9tes Fühlerglied so lang als die 5 vorletzten, cylindrisch, mit gekrümmtem Stiel, nicht plattgedrückt, oberseits mit Höcker unterhalb der Mitte (Fig. 32 b) 11. Th. asperatus Thor. ♀, p. 31.

20. Nur das IV. oder das III. und IV. Beinpaar am Ende der Tibien innenseits mit deutlichem Sporn 21

— Alle 3 hinteren Beinpaare mit deutlichem Tibialsporn 23

21. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 5 Dornen. 3tes Fühlerglied kürzer als das 2te (Fig. 34). Ommatiden sehr klein. 3tes und 4tes Beinpaar mit Tibiendornen. IV. Bauchsegment meist mit grosser flacher Mittelgrube. Abdomen oberseits mit durchgehender Nahtlinie . . . . . 15. Th. manilanus C. Koch, p. 34.

— Trochanter am Vorderrande mit 6 Dornen. 3tes Fühlerglied länger als das 2te (Fig. 35, 36). Ommatiden mässig gross. Nur das 4te Beinpaar mit Tibiendornen. IV. Bauchsegment ohne Mittelgrube 22

22. Kiel des Augenhügels die Augen überragend, nach vorn verlängert und dann senkrecht zum Stirnrand abfallend. 3tes Fühlerglied kaum doppelt so lang als breit, 5tes und 6tes Fühlerglied beim ♀ modifiziert, unterseits geschwärzt; 6tes nur $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit (Fig. 35). Abdomen oben auch im 7. und 8. Segment mit feiner Nahtlinie. Ommatiden gross, nur um ihren Durchmesser von einander entfernt. Neben der Seitencrista des Cephalothorax jederseits ein bohnenförmiger Längstwulst. Trochanter grubig-nadelstichig; Coxalfortsatz am Innenrande geschultert, sein erster Mundzahn erst weit hinten auftretend 18. Th. anthracinus Poc., p. 32.

— Kiel des Augenhügels die Augen nicht überragend, allmählich bogig zum Stirnrande abfallend. 3tes Fühlerglied 3—4 mal so lang als breit, 6tes doppelt so lang als breit (Fig. 36). Kein Fühlerglied beim ♀ modifiziert. Abdomen oben im 7. und 8. Segment ohne Nahtlinie. Ommatiden mässig gross, um ihren doppelten Durchmesser von einander entfernt An der Seitencrista des Cephalothorax kein bohnenförmiger Wulst. I. Bauchsegment am Hinterrande nicht lappenförmig vorgezogen. Trochanter oberseits grobkörnig. Coxalfortsatz kurz, dick, nicht geschultert, sein erster Zahn keine grössere Lücke zwischen sich und dem Enddorn lassend . . . . 14. Th. schnehagenii n. sp., p. 33.

23. Trochanter der Maxillen am Vorderrande mit 5 Dornen, von denen der 2te (von aussen) fast doppelt so lang als die übrigen (Fig. 37a). 3. Fühlerglied deutlich kürzer als das 2te (Fig. 34). Femur am oberen Innenrande meist mit deutlichem Dorn. Ommatiden klein. Bauchsegmente glatt, glänzend oder an den Seiten nadelstichig . . . . 15. Th. manilanus C. Koch, p. 34.

— Trochanter mit 6 Dornen, die alle fast gleich gross sind (Fig. 37b). 3. Fühlerglied so lang oder länger als das 2te, alle unterseits dicht weissborstig. Femur am oberen Innenrande mit kaum merklichem Dorn. Ommatiden mässig gross, rundlich oder quer-oval. Bauchsegmente beim reifen ♂ dicht grob querrunzelig, beim ♀ glatt, sehr zerstreut punktirt. Hand beim ♂ breiter als die Tibia.
16. Th. sepiaris Butl., p. 35.

1. Thelyphonus caudatus (L.) 1758.

1758 Phalangium caudatum Linné in: Syst. natur. Ed. X. pag. 619.
? 1835 Thelyphonus caudatus Lucas in: Mag. de Zool. de Guérin Cl. VIII, Tfl. IX. f. 1.
? 1835 » rufimanus » ibid. Tfl. X, f. 1.
? 1835 » rufipes » ibid. Tfl. IX, f. 2.
1843 » proscorpio C. L. Koch (nec. Latr.) in: Arachn X, p. 26, f. 771, ♂.
1843 » rufipes C. L. Koch ibid. X, p. 23, f. 769, ♀.
1872 » » Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 202.
1888 » caudatus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI p. 370.
1890 » thorellii Tarnani in: Horae soc. ent. ross. XXIV, p. 529.

Körper braunschwarz, Beine heller rotbraun. Cephalothorax vorn runzelig-körnig, etwas glänzend, hinten zerstreut körnig; Gegend vor den Seitenaugen glatt,

Mediangrube seicht. Abdomen oberseits ziemlich dicht gekörnt, dazwischen rauh feinkörnig, Medianlinie durchgehend oder nur im I.—III. Segment angedeutet; Bauchseite glatt, obsolet zerstreut nadelstichig, ohne mediane Nahtlinie, an den Seiten etwas fein nadelstichig. I. Bauchsegment beim ♂ mit tiefer Medianfurche, beim ♀ mit 2 schwachen Gruben, wie bei den übrigen Arten. II. Bauchsegment beim ♂ mit Hinterrand-Spina. Ommatiden gross, meist rundlich.

Coxalfläche der Maxillen unterseits zerstreut nadelstichig, Coxalfortsatz bogig, mit vorwärts gerichteten Endspitzen, am Innenrande etwas geschultert. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits dicht raspelig, mit 5 Randdornen, von denen die 2 äusseren die grössten. Femur dicht raspelig, mit kaum merklichem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia dicht grob grubig, ihre Apophyse am Aussenrande mit 1—2 Sägezähnen. Hand zerstreut grubig (♀) oder dicht grubig (♂).

3tes bis 7tes Glied der Fühlergeissel beim ♂ wenig länger als breit (Fig. 22 a), beim ♀ kürzer als lang, 8. und 9. Glied etwas gestreckter, fast doppelt so lang als breit. Beim reifen ♀ das 6te Glied unterseits geschwärzt, 7tes fast wie verkrüppelt, ebenfalls nebst dem 8ten unterseits geschwärzt (Fig. 22 b).

Tibialsporne nur am IV. Beinpaar. Truncuslänge etwa bis 32 mm.

Heimat: Java. Der Fundort Sumatra (Hofmuseum Wien) dürfte zweifelhaft sein.

2. Thelyphonus linganus C. L. Koch 1843.

1843 Thelyphonus linganus C. L. Koch in: Arachn. X, p. 31, f. 774.
1889 „ johorensis Oates in: Journ. Asiat. Soc. Bengal LVIII, p. 11.

Sowohl das Originalexemplar von *Koch* wie von *Oates* liegen mir vor. Beide erscheinen durchaus übereinstimmend.

Truncus dunkelbraun, Beine rotbraun. Cephalothorax wie bei der vorigen Art. Abdomen oberseits nur in den ersten Segmenten mit Nahtlinie, unterseits im 7. und 8. mit vertiefter Medianlinie, in der sich eine feine Längsleiste erhebt. I. Bauchsegment namentlich beim ♀ ziemlich dicht grob nadelstichig, übrige Bauchsegmente sonst glatt, glänzend, kaum zerstreut punktirt, nur an den Seiten dicht fein nadelstichig. Unterschied der Geschlechter im I. und II. Bauchsegment wie bei der vorigen Art. Ommatiden mässig gross, queroval, fast um ihre doppelte Breite von einander entfernt.

Coxalfläche unterseits sehr dicht gross-grubig nadelstichig, auch der am Innenrande geschulterte Coxalfortsatz. Trochanter oberseits ziemlich dicht grubig, am Vorderrande mit 6 Dornen, von denen der 3te, voreckständige der grösste. Femur dicht grubig raspelig, am oberen Vorderrande mit kaum merkbarem Dorn. Tibia dicht (♂) oder ziemlich dicht (♀) grubig, ihre Apophyse aussenseits meist mit 2 Sägezähnen. Hand ziemlich zerstreut grubig.

3.—7. Fühlerglied in beiden Geschlechtern kaum so lang als breit, 3tes deutlich breiter als lang, 8tes kaum länger als das 7te, noch nicht ½ so lang als das 9te (Fig 24 a, b). 6tes und 7tes Fühlerglied beim ♀ modifiziert (Fig. 24 c), beide unterseits geschwärzt und

beide (oder doch das 7te) unterseits mit schräglaufender Längsgrube, 6tes etwas seitlich zusammengedrückt (Fig. 24b), 7tes innenseits mit vorspringendem Höcker.

Tibialsporne nur am 4ten Beinpaar. Truncuslänge etwa 30 mm.

Heimat: Linga, Sumatra, Pulo-Pinang.

3. Thelyphonus borneensis n. sp.

Das allein bekannte ♀ dieser Art gleicht im Allgemeinen dem ♀ von Th. linganus, unterscheidet sich von ihm aber durch folgende Merkmale: I. Bauchsegment äusserst dicht grob-grubig nadelstichig (fingerhutartig); übrige Segmente an den Seiten etwas raspelig-quergrubig. Ommatiden fast rund. Coxalflächen unterseits glatt, sehr zerstreut und obsolet nadelstichig. Tibia und Hand glatt, glänzend, nur sehr zerstreut und obsolet nadelstichig, Tibienapophyse aussenseits mit 3—4 Sägezähnen. 3tes Fühlerglied fast länger als breit (Fig. 26a), 6tes Glied nicht modifiziert, cylindrisch, 7tes etwas verbreitert, unterseits geschwärzt und hier mit breiter Schrägfurche (Fig. 26b, c). Truncus gegen 30 mm.

Bisher nur ein ♀ von Borneo (Museum Berlin).

Es ist nicht unmöglich, dass der **Th. lucanoides** Butl. als ♂ zu dieser Art gehört. *Pocock* (Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 122) vermuthet, dass derselbe von Borneo stamme und charakterisiert ihn durch 6 Trochanterdornen und die sehr lange Tibienapophyse, die bis zur Spitze des unbeweglichen Fingers reicht. Die Hand ist dicht grob-grubig. Nach brieflicher Mitteilung besitzt nur das 4te Beinpaar Tibialsporne wie die ganze linganus-Gruppe.

4. Thelyphonus klugii n. sp.

Färbung braun, Beine heller. Cephalothorax vorn grubig-runzelig, am Hinterrande feinkörnig; hintere mediane Längsgrube auffallend tief. Abdomen oberseits in allen Segmenten mit Andeutung einer Längsnaht, Bauchseite nur beim ♂ in den letzten Segmenten mit feiner Medianlinie. I. Bauchsegment beim ♀ mässig dicht nadelstichig, beim ♂ zerstreut, an den Seiten dichter. Uebrige Bauchsegmente entweder auf der ganzen Fläche äusserst fein nadelstichig (♂) oder nur an den Seiten bis über die Gruben, namentlich in den letzten Segmenten (♀). Ommatiden mässig gross, quer-oval.

Coxalflächen in beiden Geschlechtern sehr zerstreut nadelstichig, beim ♀ weniger dicht, als das I. Bauchsegment. Trochanter und Femur der Maxillen wie bei Th. linganus. Tibia namentlich beim ♀ kaum grubig, glatt, glänzend; Apophyse aussenseits mit 2 bis 3 Zähnen. Hand glatt, glänzend, nur mit einzelnen Nadelstichen.

Fühlerglieder 3—7 kurz (Fig. 25a, b), 3tes deutlich kürzer als das 4te, (namentlich beim ♀), 8tes so lang (♀) oder kaum länger (♂) als das 7te, etwa ½ so lang als das 9te. Beim reifen Weibchen 6tes Fühlerglied stark seitlich zusammengedrückt, unterseits kaum geschwärzt, 7tes stark verbreitert, unterseits mit breiter schwarzer Platte (Fig. 25c).

Tibialsporne nur am 4ten Beinpaar. Truncuslänge bis 22 mm.

Ein ♂ und ein ♀ von Sumatra (Museum Stuttgart), bezeichnet als »Thelyphonus rufipes Klug«. Zahlreiche ♀ von Celebes (P. u. F. Sarasin leg.).

5. Thelyphonus celebensis n. sp.

Das allein bekannte ♀ gleicht dem ♀ der vorhergehenden Art sehr, unterscheidet sich jedoch von demselben in folgenden Punkten: Bauchseite des Abdomens fast in allen Segmenten mit feiner Mediannaht. I. Bauchsegment ziemlich dicht grob nadelstichig, etwa so dicht, als die vorn und an den Seiten querrunzelige Coxalfläche. Übrige Bauchsegmente auf der ganzen Fläche äusserst fein, aber ungleichmässig (d. h glatte Stellen zwischen sich lassend) nadelstichig. Tibia dicht gross-grubig, Apophyse aussenseits mit vier Zähnen. 6. Fühlerglied nicht seitlich zusammengedrückt, fast kugelig, unterseits etwas dunkler, wie das 7te, ebenfalls kugelige (Fig. 27 a, b). Tibialsporne nur am 4. Beinpaar. Truncuslänge etwa 22 mm.

Bisher nur ein ♀ von Celebes (Museum Wien).

6. Thelyphonus doriae Thor. 1888.

1888 Thelyphonus doriae Thorell in: **Ann. Mus. civ. Genova (2) VI. p. 361.**
1894 Thelyphonus tarnanii Pocock in: **Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 125.**

Der Umstand, dass eins der Originalexemplare des Th. doriae, welches in den Besitz des Londoner Museums gelangte, auf der Unterseite des Trochanter nur einen Dorn statt der normalen, auch bei den übrigen Originalexemplaren vorhandenen zwei zeigte, hat *Pocock* veranlasst, seinen Th. tarnanii aufzustellen. Derselbe stimmt demnach, wie der Autor mir selbst brieflich mitteilte, mit den Typen des Th. doriae im Museum zu Genua völlig überein.

Truncus braun, Beine rotbraun. Cephalothorax vorn fast glatt, etwas quer gewellt, dahinter gross-grubig runzelig, Seiten grobkörnig, Hinterende feinkörnig, fast wie geborstennadelrissig. Abdomen oberseits mit flachen Körnchen, dazwischen nadelstichig, vorn und auf den Endsegmenten mit Medianlinie. I. Bauchsegment bei beiden Geschlechtern zerstreut gross-grubig auf der Fläche, dichter vorn und an den Seiten; übrige Bauchsegmente glatt, nur obsolet zerstreut punktiert, an den äussersten Seitenrändern dicht fein nadelstichig, ohne Mediannaht. Ommatiden mittelgross, oval oder rundlich.

Coxalflächen zerstreut gross-grubig, Coxalfortsatz am Innenrande stumpf geschultert. Trochanter unterseits mit 2 (seltener 1) Dornen, oberseits mit 6 (seltener 5) Randdornen und zerstreut grubiger, gegen den Rand fast glatter Fläche; Femur dicht grubig, mit winzigem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia beim ♂ dicht, beim ♀ zerstreut grossgrubig, ihre Apophyse am Hinterrande mit 2—3 Sägezähnen. Hand glatt, glänzend, beim ♂ mässig, beim ♀ sehr zerstreut grubig. 3tes Fühlerglied kürzer als alle folgenden, beim ♂ bis 1⅓ mal so lang als breit (Fig. 23 a), beim ♀ kürzer als breit (Fig. 23 b); 4tes bis 8tes beim ♂ gestreckt, zum Teil doppelt so lang als breit, cylindrisch (Fig. 23 a), beim ♀ 4tes und 5tes so lang als breit, 6tes verdickt, unterseits geschwärzt, etwas länger als breit, 7tes über doppelt so lang als breit, ebenfalls unterseits geschwärzt, 8tes nicht modifiziert, meist kürzer als das 7te (Fig. 23 a). 9tes Glied in beiden Geschlechtern gestreckt cylindrisch, aber kürzer als 7. + 8.

Tibialsporne meist am 4ten und 3ten Beinpaare, seltener am 3ten Beinpaar nur einseitig entwickelt oder ganz fehlend. Truncuslänge bis 40 mm.

Als Varietät der Hauptform möchte ich den **Th. hosei** Poc. (l. c. p. 125) auffassen. Derselbe unterscheidet sich von ersterer vornehmlich nur dadurch, dass das 7. und 8. Fühlerglied gleich lang sind (Fig. 23c), der Cephalothorax vorn etwas mehr runzelig körnig und hinten etwas gröber gekörnt ist. Auch soll — nach *Pocock* — der Augenhügel etwas stärker hervortreten, als bei der Hauptform.

Exemplare liegen mir vor von Central- und West-Borneo (von hier auch die Var. hosei), Billiton Island, Singapore und Java. Letzterer Fundort an einem Exemplar des Museums Stuttgart (Dr. Arnold leg.) erscheint jedoch nicht ganz einwandfrei.

7. Thelyphonus suckii n. sp.

Truncus oberseits ziemlich dunkel, Beine meist rotbraun. Cephalothorax fast auf der ganzen Fläche körnig chagriniert, hinten etwas feiner. Abdomen oberseits ziemlich dicht körnig, dazwischen nadelstichig, bei Erwachsenen nur in den letzten Segmenten mit Andeutung einer Mediannaht, bei juv. in allen. I. Bauchsegment bei beiden Geschlechtern auch auf der Fläche dicht gross-grubig punktiert, bei reifen ♂ jederseits der tiefen Medianfurche meist mit zwei seichten bis strichförmigen Eindrücken. Die übrigen Segmente ziemlich zerstreut nadelstichig, beim ♂ an den Seiten etwas flach-körnig und dicht fein nadelstichig. Medianfurche nur beim ♂ im 7ten (oder 7ten und 8ten) Segment angedeutet. Ommatiden ziemlich gross, nicht um das doppelte ihres Durchmessers von einander entfernt, etwas quer-oval.

Coxalflächen der Maxillen gegen die Mittellinie quer-runzelig, auf der Fläche zerstreut nadelstichig, Coxalfortsatz stark rechtwinklig geschultert am Innenrande. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits dicht raspelig-grubig, namentlich beim ♂, mit 6 Randdornen, von denen der 3te, voreckständige, der grösste. Femur ebenfalls dicht raspelig-grubig, beim ♂ mit winzigem, beim ♀ mit grösserem Dorn an der oberen Vorderrandkante. Tibia beim ♂ dicht, beim ♀ zerstreut grubig, ihre Apophyse am Aussenrande meist mit 2 stärkeren (♀) oder schwächeren (♂) Sägezähnen. Hand wie Tibia.

3tes Fühlerglied etwa so lang als breit, kürzer als das 2te, beim ♂ kürzer (Fig. 28a), beim ♀ so lang (Fig. 28b) als das 4te; 5.- 7. bei beiden Geschlechtern kurz, etwa so lang als breit, 6tes beim ♀ unterseits geschwärzt und innenseits vorspringend, 7tes verbreitert, unterseits geschwärzt und vorn am Innenrande mit starkem schwarzem Zahnfortsatz. 8. Segment bei beiden Geschlechtern gestreckt, cylindrisch und fast so lang als 6 + 7 beim ♂ (Fig. 28a); oberseits etwas bogig ausgehöhlt, innenseits am Grunde mit starkem Dornzahn, unterseits geschwärzt und länger als 6 + 7 beim ♀ (Fig 28b). 9tes Segment bei beiden Geschlechtern lang cylindrisch.

Tibialsporne am 3. und 4. Beinpaare. Truncuslänge etwa 32 mm.

Zahlreiche Exemplare, von Herrn *Fritz Suck* für das Hamburger Museum in Südost-Borneo (Tandjong, Bendjermasin) gesammelt.

8. Thelyphonus semperi n. sp.

Truncus braun, Beine rot. Cephalothorax vorn runzelig, hinten zerstreut feinkörnig. Abdomen oberseits ziemlich dicht körnig, dazwischen nadelstichig, die Medianlinie in allen Segmenten angedeutet. I. Bauchsegment nur obsolet zerstreut nadelstichig, beim ♀ etwas dichter, als beim ♂. Bei letzterem jederseits der Medianfurche kein beuliger Eindruck. Uebrige Segmente glatt, sehr zerstreut punktiert, beim ♀ an den Seiten fein nadelstichig, beim ♂ hier auch etwas körnig. Medianlinie nur beim ♂ in den 3 letzten Segmenten angedeutet. Ommatiden mässig gross, schmal quer-oval.

Coxalflächen auf der Mitte sehr zerstreut nadelstichig, beim ♂ an den Seiten dichter. Coxalfortsatz am Innenrande rechtwinklig geschultert. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits beim ♂ auf der Fläche ziemlich dicht raspelig, beim ♀ nur am Grunde (sonst fast glatt, nur etwas buckelig), in beiden Geschlechtern mit 6 Vorderranddornen, welche beim ♂ alle fast gleich gross sind, während beim ♀ der Voreckzahn an Grösse hervortritt. Femur in beiden Geschlechtern ziemlich dicht grubig-raspelig, namentlich beim ♀ mit erkennbarem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia beim ♂ ziemlich dicht aber fein nadelstichig, beim ♀ fast durchaus glatt und glänzend, ihre Apophyse beim ♂ schlank, sanft gebogen, mit 1—2 schwachen Sägezähnen am Aussenrande, beim ♀ gerade, mit 4—5 Sägezähnen am Aussenrande. Hand beim ♂ dicker, beim ♀ dünner als die Tibia, in beiden Geschlechtern glatt und glänzend, nur mit einzelnen Nadelstichen.

3tes Fühlerglied beim ♂ so breit als lang (Fig. 29a), kürzer als das 2te und so lang wie das 4te. 5.—7. ebenfalls kurz, etwa so lang als breit, 8tes etwas gestreckt, fast doppelt so lang als breit, cylindrisch. 3tes Fühlerglied beim ♀ ganz kurz (Fig. 29b), mindestens doppelt so breit als lang, kürzer als das ebenfalls sehr kurze 4te, beide dunkelbraun unterseits. 5.—8. modifiziert, unterseits geschwärzt, und hier der Fühler seitlich ausgebogen, wie verkrüppelt. 5tes Glied ziemlich regelmässig, rundlich, so lang als breit, 6tes oberseits am Vorderrande mit kurzem Zahnfortsatz, seitlich zusammengedrückt, 7tes ebenfalls nur so lang wie breit, oberseits am Grunde mit winzigem Zahnfortsatz, seitlich etwas erweitert, namentlich innenseits, 8tes Segment anderthalb mal so lang als breit, cylindrisch, aber unterseits geschwärzt.

Tibialsporne am 3ten und 4ten Beinpaare. Truncuslänge nur bis 20 mm.

Fundort: Zamboanga im äussersten Westen von Mindanao (C. Semper leg.) 2 ♂ und 1 ♀ im Museum Hamburg.

9. Thelyphonus schimkewitschi Tarn. 1894.

1894 Thelyphonus schimkewitschi Tarnani in: Zool. Anz. 1894 p. 31.
1895 » » Tarnani in: Horae soc. ent. ross. XXIX, p. 116.

Truncus braun, Beine oft heller, rotbraun. Cephalothorax vorn querrunzelig, auf den Erhabenheiten grubig punktiert, hinten gröber oder feiner gekörnt. Abdomen dicht oder zerstreut körnig, dazwischen nadelstichig, Medianlinie fast in allen Segmenten angedeutet. I. Bauchsegment beim ♂ fast glatt, nur sehr zerstreut punktiert, beim ♀ etwas dichter seicht raspelig-nadelstichig, 4tes Bauchsegment beim ♂ mit grosser runder,

meist behaarter Mediangrube. Übrige Segmente glatt, nur sehr zerstreut nadelstichig, an den Seitenrändern meist dicht fein nadelstichig, aber nicht gekörnt; Medianlinie auch beim ♂ nicht nachweisbar. Die 3 ersten Caudalsegmente auffallend gestreckt, gerade, tubusartig. Ommatiden gross, meist rundlich und dann kaum um ihren Durchmesser von einander entfernt.

Coxalflächen beim ♂ gegen die Mittelnaht quer-runzelig, in beiden Geschlechtern auf der Fläche nur sehr zerstreut nadelstichig, am Rande dichter. Coxalfortsatz am Innenrande fast rechtwinklig geschultert. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits auf der Fläche beim ♂ höckerig-körnig, beim ♀ höckerig-raspelig, am Vorderrande mit 6 Dornen, deren 3ter, voreckständiger bei beiden Geschlechtern der grösste. Die den Mandibeln zugekehrte Innenfläche des Trochanter zeigt beim ♂ zwei stärkere, die übrigen Buckel meist an Grösse übertreffende Dornen. Femur ziemlich dicht raspelig-grubig, kaum mit Dorn am oberen Vorderrande. Tibia und Hand glatt, glänzend, nur sehr zerstreut mit Punktgruben besetzt, namentlich beim ♀. Apophyse der Tibia beim ♂ etwas gebogen, beim ♀ gerade, am Aussenrande meist mit 2 stärkeren oder schwächeren (♂) Sägezähnen. Apophyse der Hand aussenseits auch beim ♂ gezähnt.

Fühlerglieder beim ♂ alle etwas gestreckt und länger als breit (Fig. 30a). 3tes etwa $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, aber kürzer als das 2te; ähnlich 4.—8. Glied, von denen das 7te das längste und oft über doppelt so lang als breit. 9tes Glied sehr lang cylindrisch, länger als 7. + 8. Beim ♀ sind das 3.—8. Fühlerglied kurz, kaum so lang als breit (Fig. 30b); 7.—9. modifiziert, geschwärzt, und zwar 7tes Segment aussen am Grunde etwas eingezogen, sonst fast cylindrisch, 8tes am Vorderrande oberseits mit 2, unterseits mit einem Zahnfortsatz, zwischen denen das lang lanzettliche, auf der Mitte der platten, geschwärzten Oberseite mit kurzem starken Dorn versehenen 9te Segment fast gestielt, etwas schräg seitlich nach aussen heraustritt. Die Länge dieses 9ten Segments ist etwa so gross, als die der 4—5 vorhergehenden Glieder zusammengenommen.

Tibialsporne an allen 3 hinteren Beinpaaren. Truncuslänge bis 25 mm.

Die Haupttheimat der Art ist jedenfalls Siam (Bangkok), doch liegt mir auch ein Exemplar von Pulo Pinang in der Strasse von Malacca vor.

10. Thelyphonus hansenii n. sp.

Truncus und Beine braun. Cephalothorax und Abdomen wie bei der vorigen Art. Medianlinie namentlich im II.—IV. Rückensegment stark hervortretend. I. Bauchsegment beim (allein bekannten) ♂ glatt, glänzend, zerstreut obsolet nadelstichig, IV. Bauchsegment ohne behaarte Mediangrube; Medianlinie nur im letzten Segment angedeutet. Ommatiden mässig gross, queroval, um mehr als ihre Breite von einander entfernt.

Coxa wie bei der vorigen Art. Ebenso Trochanter unter- und oberseits. Die den Mandibeln zugekehrte Innenseite der Trochanter aber ohne 2 stärkere Dornen. Femur dicht raspelig, ohne Dorn am oberen Vorderrande. Tibia dicht gross-grubig, ihre Apophyse aussenseits nur an der Spitze mit schwachem Sägezahn, am Grunde unbewehrt.

Hand mässig dicht nadelstichig, etwas runzelig, am Innenrande nur mit einzelnen entfernten Zähnchen, von denen nur einer am Grunde des unbeweglichen Fingers steht.

Fühlerglieder des ♂ vom 3.–6. Segment kurz perlschnurartig, fast kugelig (Fig. 31); 7tes Segment etwas gestreckter, 8tes noch länger als das 7te, fast doppelt so lang als breit; 9tes kürzer als 8 + 7. Fühler des ♀ unbekannt.

Tibialsporne an allen 3 Hinterbeinpaaren. Truncus 24 mm lang.

Nur 1 Exemplar (♂) von Mindanao (Museum Kopenhagen).

11. Thelyphonus asperatus Thor. 1888.

1888 Thelyph. asperatus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI p. 382.

Truncus und Beine braun. Cephalothorax und Abdomen wie bei den vorigen Arten. Medianlinie sichtbar im I. bis III. Rückensegment, ebenso im VII. bis IX. I. Bauchsegment beim ♂ zerstreut nadelstichig, nach vorn dichter, beim ♀ dicht grossgrubig nadelstichig; die übrigen Bauchsegmente beim ♂ an den Seiten dicht fein nadelstichig, beim ♀ an den Seiten glatt, nur mit einzelnen Punktstichen; IV. Bauchsegment beim ♂ ohne Mediangrube. Medianlinie nicht erkennbar. Ommatiden klein, rundlich, um das 3—4fache ihres Durchmessers von einander entfernt.

Coxalfläche quer-runzelig, namentlich gegen den Vorderrand und die Seitenflächen auch ziemlich dicht grubig; Coxalfortsatz am Innenrande etwas geschultert, oberseits gegen die Mundhöhle mit einem breiten Chitinhöcker, welcher die Kauzähne trägt. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits dicht grobkörnig, am Vorderrande mit 5 Dornen, von denen die beiden äusseren die grössten; auf der den Mandibeln zugewandten Innenfläche beim ♂ mit 1—2 grösseren Dornen neben den Höckern. Femur in beiden Geschlechtern grob raspelig, beim ♀ mit kleinem Dorn am oberen Vorderrande; Tibia beim ♂ dicht, beim ♀ zerstreut gross grubig, ihre Apophyse beim ♂ etwas gebogen, nur aussen am Grunde mit Zahn, sonst wehrlos, beim ♀ fast gerade, auch an der Spitze mit 2 kleineren Sägezähnen. Hand beim ♂ ziemlich dicht gross-grubig, am Rande stark dornzähnig, beim ♀ sehr zerstreut grubig. Unbeweglicher Finger fast so lang als die Handbreite an seiner Ansatzstelle.

2tes Fühlerglied beim ♂ fast doppelt so lang als breit, 3.—8. kurz cylindrisch, wenig länger als breit, 3tes nur so lang als das 4te; 9tes fast so lang als das 6. + 7. + 8. (Fig. 32a). Fühlergeissel des ♀ im 7.—9. Glied stark modifiziert (Fig. 32b); 3tes Glied etwa so lang als breit, kurz cylindrisch, 4.—7. kürzer als breit, 7tes oberseits flach, unterseits am Grunde etwas ausgebuchtet; 8tes Glied unterseits geschwärzt, oberseits mit langem spitzem, bis zur Hälfte des 9. Segments reichendem Dorn, unterseits mit tiefer Ausrandung am Vorderrande; 9tes Segment gestielt, langgestreckt, cylindrisch, oberseits unterhalb der Mitte mit breitem Höcker, so lang, als die 5 vorletzten Glieder zusammen genommen (Fig. 32b).

Tibialsporne an allen 3 hinteren Beinpaaren. Truncuslänge bis 28 mm.

Fundorte: Java, Amboina.

12. Thelyphonus sumatranus n. sp.

Nur ein ♂ bekannt. Der vorigen Art sehr nahe stehend, aber durch folgende Merkmale unterschieden: Cephalothorax auf der Endhälfte kaum gekörnt, nur mit äusserst winzigen Körnchen besetzt; I. Bauchsegment auch auf der Fläche ziemlich dicht nadelstichig, dichter als die Coxalfläche. IV. Bauchsegment mit schwacher, matter, unbehaarter Mediangrube. Ommatiden mässig gross, quer-oval, nur das 1½—2fache ihres Durchmessers von einander entfernt.

Trochanter oberseits kaum körnig, aber etwas netzig-nadelrissig; von den 5 Randdornen ist der äusserste der grösste und grösser als der Voreckdorn. Tibia nur zerstreut grob-grubig (♂), ihre Apophyse auch an der Spitze des Aussenrandes mit 2 schwachen Sägezähnen. Hand sehr zerstreut grubig. Der unbewegliche Finger kaum länger als die halbe Handbreite an dessen Ansatzstelle. Von den Fühlergliedern ist das 3te deutlich (etwa 1½ mal) länger als das 4te (Fig. 33). Im Uebrigen wie vorige Art, so namentlich in Bezug auf die grösseren Dornen auf der inneren, den Mandibeln zugekehrten Fläche des Trochanter und den starken Mundhöcker der Coxen, auf dem die Kauzähne sitzen.

Körperlänge bis 25 mm — Erst der Bau der weiblichen Fühler wird erkennen lassen, ob es sich um eine zweifellos selbständige Art handelt.

Fundort: Sumatra (Museum Wien).

13. Thelyphonus anthracinus Poc. 1894.

1888 Thelyph. linganus Thorell (nec Koch) in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI p. 390.
1894 Thelyph. anthracinus Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 125.

Das Originalexemplar zu *Thorells* »Thel. linganus«, ein ♂, liegt mir vor; es unterscheidet sich durch die gestreckten Fühlerglieder sofort vom echten Th. linganus Koch und dürfte zu dem ♀ gehören, welches *Pocok* als Th. anthracinus von demselben Fundorte (Saravak, Borneo) beschrieben hat.

Truncus und Gliedmassen rotbraun Cephalothorax vorn runzelig-körnig und nadelstichig, hinten feinkörnig. Neben der Seitencrista jederseits ein glatter, etwas erhabener Wulst. Augenhügelcrista die Augen überragend, nach vorn steil abfallend. Abdomen ziemlich dicht feinkörnig, mit Medianlinie im I.—III. und im VI.—IX. Segment. I. Bauchsegment bei beiden Geschlechtern ziemlich dicht grob nadelstichig (beim ♂ nur in der Mitte etwas weniger dicht), übrige Segmente beim ♂ an den Seiten dicht fein nadelstichig, auf der Fläche mässig dicht obsolet nadelstichig, beim ♀ dichter nadelstichig, namentlich auf dem II., III. und VIII. Segment. Medianlinie fehlend oder nur im VIII. Segment eine feine Linie. Ommatiden gross, quer-oval, wulstig vorgequollen, ihre Entfernung fast kleiner als ihr Durchmesser.

Coxalflächen glatt, glänzend, auf der Fläche kaum nadelstichig (♂), Coxalfortsatz rechtwinklig geschultert, der erste Kauzahn auf der mundwärts gerichteten Fläche erst weit hinten auftretend. Trochanter unterseits mit 2 Zähnen, oberseits am Grunde der Fläche grubig-raspelig, nach vorn zu fast glatt, am Vorderrande mit 6 Dornen, von denen der 3te, an der Vorecke stehende, der grösste. Innenfläche (den Mandibeln zugekehrt) des

Trochanters ohne grössere Dornen. Femur ziemlich dicht grubig-raspelig, mit kleinem Höcker am oberen Vorderrande. Tibia glatt, glänzend, sehr zerstreut nadelstichig, ihre Apophyse aussen vorn mit 2—3 Sägezähnen. Hand glatt, glänzend, kaum nadelstichig.

Fühlerglieder fast sämmtlich gestreckt, das 2.—4. etwa doppelt so lang als breit (Fig. 35); 3tes beim ♂ etwas länger als das 2., etwa so lang als das 4., 5.—8. etwas kürzer, nur etwa 1½ mal so lang als breit, 9. so lang als 7. + 8. Beim ♀ ist das 3te Glied so lang als das 2te und ein wenig länger als das 4.; 5. und 6. Glied etwas modifiziert, das 5te so lang als das 4te, oberseits und innenseits eingedrückt, 6tes so lang als das 2te, innenseits schwarz und flach, unterseits aufgeschwollen, 7.—9. unmodifiziert, letzteres so lang als das 7. + 8.

Tibialsporne meist nur am 4. Beinpaar, oder auch wol an einem Beine des 3. Paares. Körperlänge bis 29 mm.

Fundort: Saravak in Nordwest-Borneo.

14. Thelyphonus schnehagenii n. sp.

Nur ein ♀ bekannt. Truncus und Gliedmassen rotbraun. Cephalothorax vorn und an den Seiten ziemlich und mässig fein gekörnt, ohne glatten Wulst an der Seitencrista. Augen (in der Seitenansicht) nicht vom Augenwulst überragt, letzterer ganz allmählich bogig zum Stirnrande abfallend. Abdomen ziemlich dicht und gleichmässig gekörnt, nur in den 3 vorderen Segmenten mit Medianlinie. I. Bauchsegment am Hinterrande fast gerade abgestutzt, auf der Fläche neben den zerstreuten gröberen Nadelstichen auch dicht fein nadelstichig, namentlich auf den Seiten. Ebenso die übrigen Bauchsegmente alle dicht fein nadelstichig, ohne Spur einer Medianlinie. Ommatiden mässig gross, rund, etwa um ihren doppelten Durchmesser von einander entfernt.

Coxalflächen glatt, sehr zerstreut nadelstichig; Coxalfortsatz nicht geschultert am Innenrande, der erste Kauzahn auf der mundwärts gerichteten Fläche nahe der Spitze und von unten her sichtbar. Trochanter unterseits mit 2 Zähnen, oberseits ziemlich grobkörnig, mit 6 Zähnen am Vorderrande, von denen der 3te, voreckständige, der grösste. Innenfläche des Trochanter (den Mandibeln zugekehrt) ohne grössere Dornen zwischen den Buckeln. Femur mässig dicht raspelig, mit deutlichem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia sehr zerstreut grubig, etwas fein netzig-runzelig, ihre Apophyse gegen die Spitze am Aussenrande mit 2 starken Sägezähnen. Hand mässig dicht grubig, am Innenrande stark dornzähnig.

Fühlerglieder sämtlich gestreckt (Fig. 36), cylindrisch, keins modifiziert, bei dem Originalexemplar links auf 8, rechts auf 7 Segmente reduziert. 2tes Glied etwa 3 mal so lang als breit, 3tes noch etwas länger; 4tes noch über doppelt so lang als breit, 5.—7. etwas kürzer; 8. fast kürzer als 6. + 7.

Tibialsporne nur am 4. Beinpaar. Truncuslänge 32 mm. Caudalanhang fast ohne Borsten.

Bisher nur ein ♀ aus Rangoon, von Herrn Capitain *Schnehagen* für das Hamburger Museum gesammelt.

15. Thelyphonus manilanus C. L. Koch 1843.

1843 Thelyphonus manilanus C. L. Koch in: Arachn. X, p. 28, f. 772.
1873 Thel. philippensis Butler in: Cist. entom. VI, p. 129—132.
1888 Thel. papuanus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI, p. 385, ♀ juv.
1889 Thel. strauchii Tarnani in: Zool. Anz. 1889, p. 1, ♂.
1890 » » » in: Horae soc. ent. ross. XXIV, p. 523, ♂.

Truncus und Gliedmassen braun. Cephalothorax grob buckelig-körnig, neben den Seitencristen glatt, hinten isoliert rundlich-körnig. Augenhügel nach vorn steil abfallend. Abdomen vorn dichter, hinten zerstreuter gekörnt, Medianlinie beim ♂ im I.—III. und im VII.—IX. Segment, beim ♀ meist in allen Segmenten. I. Bauchsegment beim ♂ glatt, glänzend, sehr zerstreut punktiert, beim ♀ mit weit bogig nach hinten vorspringendem Hinterrande, in der Endhälfte mit seichter Mediandepression, auf den Seiten mit je einer strichförmigen Längsgrube, namentlich in der Endhälfte in der Mitte mit gross-grubigen Nadelstichen. Übrige Segmente glatt, glänzend, an den Seitenrändern glatt oder fein nadelstichig; Medianlinie fehlend. Ommatiden klein, rundlich, das 3—4-fache ihres Durchmessers von einander entfernt.

Coxalfläche matt, sehr zerstreut nadelstichig, Coxalfortsatz am Innenrande geschultert, erster Kauzahn von unten her nicht sichtbar. Trochanter unterseits mit 2 Zähnen, oberseits die Fläche beim ♀ sehr zerstreut, beim ♂ etwas dichter gekörnt, am Vorderrande mit 5 Dornen, von denen der 2te, voreckständige in beiden Geschlechtern, namentlich aber beim ♂, meist über doppelt so lang als die übrigen (Fig. 37a). Femur beim ♀ nur mit einzelnen Raspelpunkten, beim ♂ sehr weitschichtig raspelig, am oberen Vorderrande mit deutlichem Dorn. Tibia bei beiden Geschlechtern nur obsolet zerstreut nadelstichig, ziemlich matt, ihre Apophyse am Aussenrande mit 3—4 Sägezähnen der Länge nach besetzt. Hand wie Tibia, am Innenrande dornzähnig.

Fühlerglieder sämtlich gestreckt (Fig. 34), cylindrisch, auch beim ♀ nicht modifiziert. 3. Glied bei Erwachsenen etwa 2—2½ mal so lang als breit, kürzer als das 2., ebenso 4. und 5.; 6., 7. und 8. etwas kürzer als die vorigen, aber noch fast doppelt so lang als breit. 9. ziemlich so lang als 7. + 8.

Tibialsporne an allen 3 hinteren Beinpaaren, bei einem mir vorliegenden Exemplar von den Philippinen jedoch nur an den 2 letzten Beinpaaren. Truncuslänge bis 36 mm.

Heimat: Philippinen. Das *Thorell'sche* Originalexemplar von Th. papuanus, welches mir vorliegt und sich in nichts vom typischen Th. manilanus unterscheidet, stammt von Neu-Guinea, wohin es vielleicht verschleppt wurde.

Th. manilanus var. **halmaheirae** n. var. Als Varietät der vorstehenden Art möchte ich ein Exemplar auffassen, welches *Kükenthal* auf Halmaheira sammelte. Dasselbe, ein ♀, ist nur 20 mm lang, aber wol schon geschlechtsreif. Es gleicht in der Form der Fühler, der Zahl der Tibialsporne etc. durchaus der Hauptform, unterscheidet sich aber von derselben durch folgende Merkmale: 1) Der Augenwulst ist niedriger und ragt nicht über die Hauptaugen empor. 2) Das I. Bauchsegment ist ziemlich dicht nadelstichig und zeigt eine seichte durchgehende Medianfurche; die übrigen Bauchsegmente

sind sämtlich an den Seiten fast bis zur Mitte dicht fein nadelstichig. 3) Die kleinen Ommatiden sind dicht an die obere Medianlinie des Caudalsegments gerückt und daher nur um Augenbreite von einander entfernt. 4) Der 2te, voreckständige Trochanterdorn ist wenig grösser als die übrigen.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich hier um eine selbständige Art handelt, doch erschien mir das einzige vorliegende Exemplar zur Entscheidung dieser Frage nicht ausreichend, zumal gerade in Bezug auf die feine Punktierung der Bauchseite auch die Exemplare der Hauptform variieren.

16. Thelyphonus sepiaris Butler 1873.

1873 Thel. sepiaris Butler in: Cistul. entom. VI p. 131.
1873 » nigrescens Butler ibid. p. 131.
1873 » indicus Stolicza in: Journ. As. Soc. Bengal XLII p. 138.
1873 » beddomei id. ibid. p. 142.
1894 » sepiaris Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 122.

Truncus rotbraun, Beine etwas heller. Cephalothorax vorn grubig-runzelig, hintere Hälfte matt, fein gekörnt. Abdomen matt, mässig dicht gekörnt. Medianlinie deutlich im I.—III. und in den Endsegmenten. I. Bauchsegment zerstreut punktirt, beim ♂ glatt, beim ♀ gegen den weit bogig nach hinten vorgezogenen Rand etwas quer-runzelig. Uebrige Bauchsegmente beim ♂ ziemlich grob verworren runzelig, beim ♀ nur mit zarten welligen Runzellinien. Medianlinie nicht sichtbar. Ommatiden ziemlich gross, rund oder quer-oval.

Coxalfläche der Maxillen gegen die Mittellinie quer-runzelig, zerstreut grubig-nadelstichig; Coxalfortsaz am Innenrande nur etwas stumpfwinklig geschultert, mundwärts mit einer Reihe grober Zähne. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits auf der Fläche mässig dicht gekörnt, am Rande mit 6 (—7) Dornen, von denen der voreckständige beim ♀ grösser als die übrigen, während die des ♂ am halbkreisförmigen Rande alle ziemlich von gleicher Grösse sind (Fig. 37b). Femur auf der Fläche fast glatt, am Grunde etwas mehr raspelig oder dichter grubig, am oberen Vorderrande beim ♀ mit kleinem Dorn, der beim ♂ fast verschwindet. Tibia glatt, glänzend, zerstreut gross-grubig, namentlich beim ♀, ihre Apophyse längs des Aussenrandes bei beiden Geschlechtern mit 3—6 Sägzähnen. Handfläche wie Tibia. Hand beim ♂ dicker als die Tibia, der bewegliche Finger beim ♂ gegen das Ende mit zahnartigem Vorsprung auf der Schneide.

Fühlerglieder sämtlich gestreckt. 3tes Glied so lang oder länger als das 2te, $2\frac{1}{2}$—3 mal so lang als breit, 4.—7. ziemlich von gleicher Länge, kürzer als das 3te, nur etwa doppelt so lang als breit; 8tes kürzer als das 7te; 9tes meist kürzer als 7 + 8. Alle Glieder unterseits sammtig kurzhaarig. Fühler des ♀ nicht modifiziert.

Tibialsporne an allen 3 Hinterbeinpaaren. Körperlänge bis 40 mm.

Die Heimath ist Ceylon und das Festland von Vorderindien (Madras, Tenasserim).

Als vorläufig nicht zu identifizierende Species spuriae seien noch erwähnt:

Thelyphonus spinimanus Lucas in: Mag. Zool. Guérin Cl. VIII pl. X f. 3 und
„ **angustus** Lucas ibid. pl. X Fig. 2.

6. Gatt. Mastigoproctus Poc. 1894.

Thelyphoniden mit Randcrista in der Vorderhälfte des Cephalothorax, convexer Oberhand, 2 Ommatiden am 3. Caudalgliede, ohne Innenranddorn am Coxalfortsatz der Maxillen. Tibienapophyse der Maxillen in beiden Geschlechtern mit geschärfter, gesägter Vorderrandkante, allmählich in einen spitzen Dorn auslaufend, der sich nicht mit der Endklaue des beweglichen Fingers berührt. Geschlechter wenig verschieden. ♂ nicht mit durchgehender Medianfurche im ersten Bauchsegment und ohne medianen Enddorn im zweiten Bauchsegment. Glieder der Fühlergeissel beim ♀ nie modifiziert, alle gestreckt.

Die hierher gehörigen Formen gehören sämtlich der neuen Welt an, wo sie von Mexico bis Brasilien fast die ausschliesslichen Vertreter — nur Thelyphonellus gehört noch dem neotropischen Faunengebiete an — der Thelyphoniden sind.

Nach den bisherigen Beobachtungen sind nur 4 Arten zu unterscheiden, deren Merkmale in folgender Tabelle einander gegenübergestellt sind:

1. Alle 3 hinteren Beinpaare mit deutlichem Tibialsporn. Körper bis 65 mm. lang. Oberkieferklaue an der Aussenseite nur seicht ausgeschweift (Fig. 38 b). Ommatiden klein bis mittelgross. 2tes Fühlerglied länger als das 3te (Fig. 10 a). Trochanter, Femur, Tibia und Hand der Maxillen dicht grob raspelig bis dicht gross-grubig. Maxillarcoxa mundwärts am Innenrande meist nur mit einer Reihe grosser Kauzähne
1. M. giganteus (Luc.), p. 37.

— Nur das letzte oder die beiden letzten Beinpaare mit Tibiendorn 2

2. Oberkieferklaue aussen seitlich oberhalb des Grundes mit tiefem, buchtigem Einschnitt (Fig. 38 a; deutlich bei geöffneter Klaue in der Oberansicht). Randcrista des Cephalothorax sich jenseits der Nebenaugen ein Stück nach hinten erstreckend. Coxalfortsatz der Maxillen mundwärts auf der Fläche mit mehreren Reihen kleiner Kauzähne (Fig. 39), selten fast glatt. Tibia der Maxillen auf der ganzen Oberfläche dicht gross-grubig. 2tes Fühlerglied etwas kürzer als das 3te.
2. M. proscorpio (Latr.), p. 38.

— Oberkieferklaue aussenseits nur seicht geschweift (Fig. 38 b). Randcrista des Cephalothorax nur bis zum Hinterrande der Nebenaugen reichend. Coxalfortsatz der Maxillen mundwärts nur am Innenrande mit 1 bis 2 Reihen grosser Kauzähne. Tibien der Maxillen oberseits wenigstens auf der Vorderfläche fast glatt, oder die ganze Fläche raspelig 3

3. 2tes Fühlerglied 1½ mal so lang als das 3te (Fig. 40 a). Ommatiden meist queroval. Stirnrand glatt, eine scharfe Leiste, in eine starke Stirnspina ausgezogen. Coxalfortsatz der Maxillen mundwärts am Rande mit 2 Reihen von Kauzähnen. Hand und Tibia beim ♀ fast glatt, nur obsolet punktiert, Tibienapophyse aussenseits mit 3—4 Zähnen. ♂ unbekannt . . . . 3. M. maximus (Tarn.), p. 39.

— 2tes Fühlerglied nur so lang oder kürzer als das 3te (Fig. 40 b). Ommatiden rund, gross. Stirnrand körnig eingeschnitten, über den Grund der Stirnspina hinwegziehend. Coxalfortsatz der Maxillen mundwärts am Rande mit einer Reihe von 4 Kauzähnen. Hand beim ♀ dicht gross-grubig, Tibia nur am Grunde gross-grubig, nach vorn fast glatt. Tibienapophyse aussenseits nur mit 1—2 Zähnen. (♂: Hand und Tibia dicht raspelig, Tibienapophyse am Aussenrande ohne Zähne).

4. M. brasilianus (C. L. Koch), p. 39.

1. Mastigoproctus giganteus (Luc.) 1835.

1835 Thelyphonus giganteus Lucas in: Mag. Zool. Guérin Cl. VIII pl. 8.
1842 » » C. L. Koch in: Ar. X p. 21, f. 768.
1853 » excubitor Girard in: Marcy Nat. Hist. Red River p. 265 f. 17.
1863 » giganteus Wood in: Journ. Ac. Nat. Sc. Philadelphia (2) V p. 375.
1872 » » Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X p. 201.
1872 » mexianus Butl. ibid. p. 202.
1872 » rufus Butl. ibid. p. 205 (teste Pocock) ♀.
1894 Mastigoproctus giganteus Pocock ibid. (6) XIV p. 130.

Truncus dunkel rotbraun, ebenso die Beine. Cephalothorax dicht körnig querrunzelig bis grobkörnig, Stirnrand deutlich kerbig-körnig; Abdomen vorn ziemlich grobkörnig, nach hinten flachkörniger, alle Zwischenräume fein nadelstichig; Medianlinie nur in den ersten Segmenten sichtbar. Sternum breiter als lang. I. Bauchsegment mit 2 Seitengruben, beim ♂ vor denselben oft auch mit seichter kleiner Mediangrube, aber ohne Medianfurche; Hinterrand kaum bogig nach hinten ausgeschweift. II. Bauchsegment beim ♂ mit erhabenem, gegen den Hinterrand spitz zulaufendem und hier rothaarig gefranstem Dreieckswulst, beim ♀ hinter einem schmalen, erhabenen Vorderrandwulst mit flacher Querdepression. Übrige Segmente glatt, glänzend, sehr zerstreut punktiert, nur an den Seiten etwas dichter, hier auch wol fein nadelstichig. Ommatiden meist mittelgross, meist etwas quer-oval.

Endklaue der Mandibeln am Aussenrande nur etwas geschweift (Fig. 38 b), nicht mit tief buchtigem Einschnitt oberhalb des Grundes. Coxen der Maxillen etwas querrunzelig, gegen die Mitte mässig zerstreut grob punktiert, Coxalfortsatz am Innenrande nicht oder kaum geschultert, mundwärts mit einer Reihe ziemlich grosser Kauzähne. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits grob raspelig, am Vorderrande mit 5—7 Dornen, von denen beim ♀ der voreckständige weit grösser als die übrigen, während die des ♂ an dem mehr halbkreisförmig gerundeten Rande in der Regel ziemlich gleichmässig und klein sind. Femur grob spitzkörnig bis grob raspelig, am oberen Vorderrande bei beiden Geschlechtern mit starkem Dorn. Tibia dicht gross-grubig, ihre Apophyse beim ♀ meist mit 2 oder mehr, beim ♂ meist ohne Sägezähne an der Spitze des Aussenrandes. Hand meist ebenfalls dicht gross-grubig.

Glieder der Fühlergeissel sämtlich viel länger als breit. 3tes Glied kürzer als das 2te (Fig. 10 a), etwa $2\frac{1}{2}$—3 mal so lang als breit; 4.—8. kürzer, nur doppelt bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als breit.

Körperlänge bis 65 mm. Tibiendornen an allen 3 hinteren Beinpaaren.

Die Hauptheimat ist jedenfalls Mexico; doch liegen mir auch Exemplare aus Texas und Arizona vor.

2. Mastigoproctus proscorpio (Latr.) 1806.

1806 Thelyphonus proscorpio Latr. in: Genera crustac. et insect. I. p. 129.
1843 antillanus C. L. Koch in: Arachn. X p. 29, f. 773.
australianus id. ibid. X p. 33, f. 775.
1890 » caudatus Tarnani in: Horae soc. ent. ross. XXIV. p. 529.
1894 Mastigoproctus proscorpio Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV. p. 130.
1894 » butleri Pocock ibid. p. 130, ♂.

Cephalothorax braun, Abdomen meist gelbrot, Beine rotbraun. Cephalothorax mit rundlichen, isolierten Körnchen dicht besetzt, die nicht nadelstichig sind. Ebenso das Abdomen. Seitencrista des Cephalothorax noch ein Stück jenseits der Ocellen nach hinten sich fortsetzend. Sternum länger als breit. I. Bauchsegment glatt, glänzend, mit zwei flachen Seitengruben, beim ♂ dazwischen zuweilen mit schmaler Mediangrube, Fläche sehr obsolet zerstreut nadelstichig. II. Bauchsegment beim ♂ wie bei der vorigen Art, beim ♀ mit 2 flachen, in der Mitte oft fast zusammenfliessenden Querdepressionen. Übrige Segmente glatt und glänzend, mit einzelnen gröberen Nadelstichen; daneben auf den Seiten äusserst fein dichter nadelstichig, beim ♀ oft auch auf der Fläche. Ommatiden äusserst winzig, kaum sichtbar.

Endklaue der Mandibeln aussenseits oberhalb des Grundes mit tiefem, spitzbogigem Einschnitt (gut sichtbar bei geöffneter Klaue; Fig. 38a). Coxen der Maxillen glatt, mässig zerstreut nadelstichig, Coxalfortsatz am Innenrande nicht geschultert, mundwärts meist mit 3—4 Reihen kleiner Zähnchen (Fig. 39) auf der ganzen Fläche besetzt (selten fast glatt oder nur mit 2 Reihen von Zähnchen). Trochanter unterseits mit 1—2 Dornen, oberseits dicht raspelig bis körnig, am Vorderrande beim ♀ mit 5—7 Dornen, von denen der voreckständige meist etwas grösser als die übrigen; beim ♂ können die Vorderranddornen bis auf die 2 voreckständigen fast verschwinden. Femur dicht körnig-raspelig, am oberen Vorderrande beim ♀ ein kleiner Dorn, beim ♂ keiner oder nur ein kaum wahrnehmbares Höckerchen. Tibia bei Erwachsenen dicht gross-grubig, ihre Apophyse beim ♀ mit 2—5, beim ♂ meist ohne Zähne am Hinterrande. Hand gross-grubig punktiert, bei jungen Exemplaren sehr zerstreut grubig.

Glieder der Fühler alle gestreckt, viel länger als breit. 3tes Fühlerglied etwas länger als das 2te, $3\frac{1}{2}$—5 mal länger als breit, die folgenden bis zum 7. oder 8. an Länge allmählich abnehmend.

Körperlänge bis 45 mm. Tibiensporn variabel, meist an den 2 hinteren Beinpaaren oder nur am 4ten, sehr selten einseitig auch am 2ten Beinpaar.

Heimath: Westindien, namentlich Hayti. Ein (verschlepptes?) Exemplar trägt die Etikette »Mexico«. Das *Koch*'sche Originalexemplar von Th. australianus, welches mir vorliegt, und dass sich in nichts von einem typischen ♀ der Hauptform unterscheidet, soll aus Neuholland stammen (Mus. Berlin).

Der Mastigopr. Butleri Poc. soll sich vornehmlich durch den Besitz von nur einem Dorn auf der Unterseite des Maxillartrochanters auszeichnen. Auch mir liegen derartige Exemplare vor, bei denen dieses Merkmal zum Teil nur einseitig auftritt, woraus ich schliessen zu dürfen glaube, dass es sich lediglich um die individuelle Variation eines ♂ handelt.

3. Mastigoproctus maximus (Tarn.) 1889.

1889 Thelyphonus maximus Tarnani in: Zool. Anz. 1889, p 121.
1890 » » » in: Horae Soc. ent. ross. XXIV, p. 526, t. III. f. 6 a u. b.

Bisher nur das ♀ beschrieben. Truncus braun, Beine rotbraun. Cephalothorax vorn runzelig-körnig, hinten isoliert körnig, die Körnchen nicht nadelstichig. Stirnrand eine scharfe, dünne, nicht gekörnte, in die Stirnspina übergehende Leiste. Seitencrista des Cephalothorax sich nicht nach hinten jenseits der Ocellen fortsetzend. Bauchsegmente wie bei M. giganteus ♀. Ommatiden mittelgross, etwas quer-oval.

Endklaue der Mandibeln am Aussenrande nur seicht geschweift. Coxen der Maxillen ziemlich dicht-grubig, namentlich an den Rändern; Coxalfortsatz am Innenrande nicht geschultert, mundwärts mit zwei Reihen ziemlich grober Zähne. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits zerstreut raspelig, nach vorn glatt, am Vorderrande meist mit 6 Dornen, von denen der voreckständige etwas grösser als die übrigen. Femur zerstreut fein raspelig, am oberen Vorderrande mit ziemlich starkem Dorn. Tibia glatt, matt, nur zerstreut obsolet nadelstichig, Apophyse am Hinterrande mit 3—4 Sägezähnen. Hand glatt, etwas glänzend und etwas stärker und dichter nadelstichig punktiert, als die Tibia.

Glieder der Fühlergeissel gestreckt. 2tes Glied etwa 1½ mal so lang als das 3te (Fig. 40a), letzteres 2½ mal so lang als breit; die folgenden Glieder an Grösse allmählich abnehmend bis zum 7. oder 8.

Tibiendornen am 4ten oder einseitig auch wol am 3ten Beinpaar, am 2ten Beinpaar fehlend. Truncuslänge bis 56 mm.

Fundort: Brasilien. Es haben mir ausser dem Originalexemplar (Museum Petersburg) noch 2 weitere Exemplare vorgelegen.

4. Mastigoproctus brasilianus (C. L. Koch) 1843.

1843 Thelyphonus brasilianus C. L. Koch in: Arachn. X, p. 24, f. 770.
1890 » » Tarnani in: Horae soc. ent. ross. XXIV, p. 512, t. III, f. 7 a u. b.
1894 Mastigoproctus brasilianus Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hirt. (6) XIV, p. 130.

Truncus braun, Beine rotbraun. Cephalothorax vorn etwas körnig-runzelig, die Erhabenheiten dicht nadelstichig, die Gegend innen von der Seitencrista matt, nur punktiert. Stirnrand kerbig-körnig. Seitencrista nicht jenseits der Ocellen nach hinten verlängert. Abdomen vorn ziemlich dicht-körnig, nach hinten zerstreuter, dazwischen nadelstichig. I. Bauchsegment glatt, glänzend, zerstreut nadelstichig, mit 2 seitlichen Gruben, dazwischen beim ♂ eine kaum erkennbare mediane Längsdepression. II. Bauchsegment beim ♂ mit

erhabenem, nach hinten spitzem und hier rothaarig gefranstem Dreieckswulst, beim ♀ mit 2 Querdepressionen. Übrige Bauchsegmente glatt und glänzend, kaum punktiert, an den Seiten äusserst fein und kaum sichtbar nadelstichig. Ommatiden ziemlich gross, rundlich.

Endklaue der Mandibeln aussenseits kaum geschweift, ohne tiefe Einkerbung oberhalb des Grundes. Coxa zerstreut grubig, gegen die Mitte etwas runzelig; Coxalfortsatz am Innenrande nicht geschultert, mundwärts mit nur einer Reihe von Kauzähnen. Trochanter unterseits meist mit einem grossen und einem sehr kleinen Dorn, oberseits buckelig feinkörnig auf der Fläche, am Rande mit 6—8 Dornen, von denen beim ♀ der voreckständige erheblich grösser als die übrigen, während sie beim ♂ am gerundeten Vorderrande weit kleiner und gleichmässiger sind. Femur mässig raspelig (♀) oder dicht körnig-raspelig (♂), am oberen Vorderrande bei beiden Geschlechtern mit kleinem Dorn. Tibia mässig dicht-grubig beim ♀, namentlich am Grunde, dichter körnig-raspelig beim ♂, ihr Fortsatz am Hinterrande an der Spitze beim ♀ mit einem, beim ♂ ohne Sägezahn. Hand beim ♀ dicht gross-grubig, beim ♂ dicht grob körnig-raspelig.

Fühlerglieder sämtlich gestreckt. 2tes Fühlerglied kaum länger als das dritte (Fig. 40b).

Tibiendornen nur am 4. Beinpaar oder einseitig auch am dritten. Truncuslänge bis 46 mm.

Fundort: Brasilien.

7. Gatt. Uroproctus Poc. 1894.

Thelyphoniden mit Randcrista in der Vorderhälfte des Cephalothorax, convexer Oberhand, 2 Ommatiden am 3. Caudalgliede, mit starkem Innenranddorn am Coxalfortsatz der Maxillen (Fig. 5b). Tibienapophyse der Maxillen nur beim ♀ mit geschärfter, gesägter Vorder- und Hinterrandkante, an der Spitze in einen spitzen Dorn auslaufend, beim ♂ die Hinterrandkante gerundet, die Vorderrandkante nur am Grunde und am Ende gesägt und hier mit der Klaue des beweglichen Fingers sich berührend (Fig. 41). I. Bauchsegment des ♂ ohne durchgehende Medianfurche, II. mit kaum merklichem Dorn in der Mitte des Hinterrandes. Glieder der Fühlergeissel alle gestreckt, beim ♀ nicht modifiziert.

Bisher nur eine Art vom indischen Festlande.

1. Uroproctus assamensis (Stolicza) 1869.

1859 Telyphonus assamensis Stolicza in: Journ. Asiat. Soc. Bengal 38. II, p. 205.
1873 » » id. ibid. (n. s) 13. II, p. 133.
1873 » scabrinus id. ibid, p. 130 (teste Oates).
1872 » rufimanus Butler (nec. Lucas) in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 202 (teste Pocock).
1872 » proscorpio Butler (nec. Latr.) ibid. p. 202 (teste Pocock).
1873 » psittacinus id. in: Cistula entom. VI., p. 129.
1889 » assamentis Oates in: Journ. Asiat. Soc. Bengal 58, p. 8, t. II. f. 13.
1894 Uroproctus assamensis Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV, p. 129.

Färbung dunkelrotbraun bis schwarz. Cephalothorax vorn dicht gekörnt, hinten und an den Seiten zerstreuter und etwas feiner gekörnt, namentlich beim ♂. Abdomen oberseits flachkörnig, dazwischen fein nadelstichig, besonders beim ♀. Medianlinie nur

in den ersten Segmenten angedeutet. I. Bauchsegment beim ♂ ohne stärkere Depressionen, nur am gestutzten Hinterrande mit Andeutung einer Medianfurche, an den Seitenrändern körnig, am Hinterrande gross-grubig, sonst fast glatt auf der Fläche; beim ♀ auf der Fläche 2 schwache, zuweilen fast hufeisenförmig zusammenfliessende Querdepressionen, glatt, an den Seiten gross-grubig und körnig. II. Bauchsegment beim ♂ mit erhabenem, medianem Dreieckswulst, der hinten eine feine Dornspitze trägt, beim ♀ mit 2 schwachen Querdepressionen. Übrige Bauchsegmente bei beiden Geschlechtern glatt, glänzend, auf der Fläche kaum mit einzelnen Punktstichen, aber an den Seiten matt, fein und grob nadelstichig. Sternum länger als breit. Ommatiden mässig gross, quer-oval, weit auseinander gerückt.

Endklaue der Mandibeln aussenseits am Grunde etwas ausgeschweift, aber nicht mit tief buchtiger Einkerbung, wie bei dem im ♀ Geschlecht sehr ähnlichen Mastigoproctus proscorpio Latr. Coxen der Maxillen ziemlich dicht grob-grubig nadelstichig, Coxalfortsatz am Innenrande mit einem (selten 2) starken, seitlich vorstehenden Zahn (Fig. 6), dem mundwärts ein 2ter kleinerer folgt. Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits grobkörnig, am Vorderrande mit 5 Dornen, von denen der erste (äusserste) mehr isoliert steht. Femur grobkörnig, am oberen Vorderrande beim ♂ ohne, beim ♀ mit deutlichem Dorn. Tibia grobkörnig bis raspelig. Ihre Apophyse beim ♂ mit geradlinigem, gerundetem und ungezähntem Hinterrande und etwas bogig geschweiftem, am Grunde und am Ende sägezähnigem Vorderrande, mit der Spitze des beweglichen Fingers sich berührend (Fig. 41); Apophyse des ♀ zweischneidig zusammengedrückt, mit gezähntem Vorder- und Hinterrande und spitzem Enddorn. Hand beim ♂ gross-grubig, beim ♀ etwas zerstreuter gross-grubig.

Glieder der Fühlergeissel sämtlich viel länger als breit. 3tes Glied länger als das 2te, 4tes—8tes an Länge allmählich abnehmend, 9tes so lang als das 7. + 8.

Truncuslänge bis 45 mm. Tibiendornen an allen 3 Beinpaaren.

Die Heimat ist das Gebiet des Unterlaufes von Ganges und Brahmaputra (Assam, Bengalen, Calcutta etc.).

Die schon oben angedeutete Ähnlichkeit der ♀ dieser Art mit dem ♀ von Mastigoproctus proscorpio ist eine ausserordentlich grosse, zumal bei letzteren häufig genug der 1te grössere Zahn am Mundrand des Coxalfortsatzes etwas nach innen seitlich heraustritt. Als Unterscheidungsmerkmale gebe ich daher für Mast. proscorpio noch an: 1) Den tiefen buchtigen Einschnitt am Grunde des Aussenrandes der Mandibularklaue. 2) Das Fehlen eines starken, vom Augenhügel rechts und links bogig vor den Augen hinziehenden Stirn-Wulstes, der höher ist, als die Augen. 3) Die feine nadelstichige Punktierung, die oft fast die ganzen Bauchsegmente bedeckt.

8. Gatt. Thelyphonellus Poc. 1894.

Thelyphoniden ohne Randcrista zwischen Ocellen und Stirn; Cephalothorax gerundet an den Seiten abfallend. Mittelaugen flach dem Cephalothorax aufliegend, nicht durch einen erhabenen Längswulst getrennt. Ommatiden fehlend. I. Bauchsegment in beiden Geschlechtern ohne Medianfurche. Apophyse der Tibia beim ♂ nicht modifiziert, Fühler beim ♀ nicht modifiziert.

Bisher nur eine Art aus dem tropischen Südamerika.

Thelyphonellus amazonicus (Butl.) 1872.

1872 Thelyphonus amazonicus Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X p. 201, t. XIII. f. 2.
1894 Thelyphonellus amazonicus Pocock ibid. (6) XIV p. 133.

Truncus schwarz, Gliedmassen rötlich. Cephalothorax schwach runzelig. Hinter den Medianaugen eine schwache Querdepression. I. Bauchsegment beim ♂ in der Mitte geschwollen, glatt, ohne Furche oder Depressionen, mit convexem Hinterrande; ähnlich beim ♀, aber weniger geschwollen. Maxillen beim ♂ verlängert. Trochanter oberseits glatt, am Vorderrande mit 5 kleinen Dornen. Femur, Tibia und Hand glatt, glänzend. Femur am oberen Vorderrande ohne Dorn. Tibienapophyse in einen spitzen Dorn endigend, am Hinterrande nicht oder kaum gezähnt.

Länge bis 25 mm.

Fundorte: Nordostbrasilien (Santarem), British Guyana (Demerara).

9. Gatt. Labochirus Pocock. 1894.

Thelyphoniden ohne Randcrista zwischen Ocellen und Stirnrand, Dorsalfläche des Cephalothorax gerundet in die Seiten übergehend. Hauptaugen einem erhabenen Buckel anliegend. Ommatiden 2. Coxalfortsatz der Maxillen am Innenrande mit starkem Dorn, beim ♂ fast zangenartig (Fig. 42). Femur und Tibia beim ♂ verlängert, vielmal länger als breit, Tibienapophyse modifiziert, mit der Klaue des beweglichen Fingers sich berührend (Fig. 43) Hand beim ♂ oberseits mit grosser runder Depression. Fühlerglieder gestreckt, beim ♀ nicht modifiziert. Stirnrand in der Mitte namentlich beim ♂ mit langem kegelförmigen Fortsatz. Tibiendorn nur am letzten Beinpaar.

Bisher nur eine Art von Ceylon.

1. Labochirus proboscideus (Butl.) 1872.

1872 Thelyphonus proboscideus Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X p. 203, t. XIII. f. 3.
1873 parvimanus Butler in: Cist. entom. VI. p. 130, f. 3, ♀.
1890 Hypoctonus proboscideus Tarnani in: Horae soc. ent. ross. XXIV, p. 533, t. III. f. 9 b.
1894 Labochirus proboscideus Pocock in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV p. 132.

Truncus und Arme dunkel pechbraun bis schwarz. Beine rotbraun, Tarsen heller gelbrot. Cephalathorax vorn runzelig, mit einem glatten Streifen jederseits, hinten fein-körnig.

Stirn ganz allmählich nach vorn abfallend, vorn in der Mitte beim ♂ mit grossem, beim ♀ mit kleinerem kegelförmigen Fortsatz. Abdomen flachkörnig, nur in den ersten Segmenten mit Medianlinie. I. Bauchsegment am Hinterrande etwas bogig vorgezogen, beim ♂ glatt, fast ohne merkliche Depression, mit einzelnen Nadelstichen, beim ♀ mit 2 schwachen Depressionen. II. Bauchsegment beim ♂ in der Mitte des Hinterrandes etwas weichdornig vorgezogen und hier braun gekörnt. Übrige Bauchsegmente glatt, beim ♀ an den Seiten, beim ♂ auch auf der Fläche fein nadelstichig. Ommatiden mässig gross, rundlich bis quer-oval.

Coxen der Maxillen glatt, vereinzelt nadelstichig, Coxalfortsatz am Innenrande mit starkem Zahn, beim ♂ fast geweihartig verlängert (Fig. 42). Trochanter unterseits mit 2 Dornen, oberseits auf der Fläche zerstreut körnig, am Vorderrande mit 5 Dornen, von denen der erste (äusserste) mehr isoliert steht und beim ♂ gebogen ist. Femur beim ♂ lang gestreckt, quer-runzelig und etwas gekörnt, am oberen Vorderrande ohne Höcker, beim ♀ viel kürzer, fast glatt, mit schwachem Dorn am oberen Vorderrande. Tibia beim ♂ aus schmalem Grunde allmählich kegelförmig verbreitert, stark quer-runzelig-körnig, fast 3½ mal so lang, als am Ende breit. Tibienapophyse sich der Hand dicht anlegend, der ganzen Länge nach fast gleich breit, ihr Vorder- und Hinterrand nicht sägezähnig, am Ende plötzlich durch Abrundung des Hinterrandes in eine kurze, schnabelförmige, schräg gegen die Finger gerichtete Spitze ausgezogen und mit der Klaue des beweglichen Fingers sich berührend (Fig. 43). Tibia des ♀ kürzer, wenig verbreitert, etwas netzfurchig und zerstreut punktiert; ihre Apophyse von gewöhnlicher Gestalt, mit gesägtem Vorder- und Hinterrand und spitzem Enddorn Hinterrand meist mit 2 Sägezähnen. Hand beim ♂ mit parallelen Seitenrändern, körnig-runzelig, mit grosser, tiefer Depression auf der Oberseite am Grunde der Finger. Beweglicher Finger viel länger, als der unbewegliche. Hand beim ♀ glatt, glänzend, mit einzelnen grossen Gruben, mit kaum merklicher Depression am Grunde der Finger.

Glieder der Fühlergeissel gestreckt. 3tes Glied etwa 2½—3 mal so lang als breit, und so lang als das 2te; 4tes bis 8tes an Länge allmählich abnehmend; 9tes so lang als das 7. + 8.

Körperlänge bis 30 mm. Tibiendorn nur am letzten Beinpaar.

Heimath: Ceylon.

10. Gatt. Hypoctonus Thor. 1889.

Thelyphoniden ohne Seitencrista zwischen Seitenaugen und Stirnrand, mit 2 Ommatiden. Apophyse der Maxillartibia beim ♂ modifiziert, nicht allmählich in einen Dorn zugespitzt, sondern mehr oder weniger parallelseitig, am Ende gestutzt (Fig. 45—48) und hier mit kurzen Zacken, die mit der Spitze des beweglichen Fingers zusammentreffen. Unterseits nach innen trägt das Ende der Apophyse eine senkrecht auf ihr stehende, fast halbkreisförmige Längsleiste (Fig. 45). Apophyse des ♀ von gewöhnlicher Form, allmählich in einen Enddorn zugespitzt (Fig. 44). Trochanter der

Maxillen beim ♀ meist mit 5 Dornen, die beim ♂ sehr klein sind und oft zum Teil (am Innenrande) fast verschwinden. I. Bauchsegment beim ♂ ohne Medianfurche, II. nicht oder kaum mit Dorn am Hinterrande. III. und IV. Beinpaar oder nur das IV. mit Tibiendornen. Fühlerglieder sämtlich gestreckt, beim ♀ nicht modifiziert.

Bis zum Jahre 1889 war von dieser Gattung nur die eine Art H. formosus bekannt. In diesem Jahre aber beschrieb *Oates* nicht weniger als 7 neue Species, sämtlich aus Birma, die der Autor selbst zum Theil nur durch abweichende Färbung der Beine, etwas stärkere Verdickung der Tibienapophyse etc. zu charakterisieren vermochte. Ein Teil des von *Oates* zur Aufstellung seiner »Arten« benutzten Materials ist mir vom Museum in Calcutta in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt worden. Ein eingehendes Studium desselben ergab, dass es sich um eine Reihe einander ungemein nahe stehender, zum Teil allerdings wol nur als Lokalrassen aufzufassender Formen handelt, von denen einige jedoch — soweit das immerhin nur spärliche Material ein Urteil zulässt — möglicherweise als selbständige Species sich erweisen werden. In der nachfolgenden Tabelle, der noch eine weitere Art von Borneo beigefügt wurde, habe ich den Versuch gemacht, meine aus der Untersuchung der *Oates*'schen Typen gewonnene Auffassung zum Ausdruck zu bringen, wobei ich nur noch bemerken will, dass mir die Männchen von H. binghami und andersoni nicht vorlagen, und dass das Weibchen von H. silvaticus bisher überhaupt noch nicht, das von H. andersoni nur in einem ganz verstümmelten Exemplare bekannt ist. Übrigens dürften die beiden letztgenannten Formen kaum als selbständige Arten anzusprechen sein.

1. Nur das IV. Beinpaar mit Tibialsporn. Bauchsegmente alle, mit Ausnahme des letzten, auch auf der Mittelfläche dicht fein nadelstichig. I. Bauchsegment beim (allein bekannten) ♀ am Hinterrande nur schwach vorgezogen. Ommatiden knopfförmig vorgequollen. Aussenrand der Tibienapophyse nahe der Spitze nur mit einem (grossen) Sägezahn (Fig. 44) . . . . 1. H. gastrostictus n. sp., p. 46.

— IV. und III. Beinpaar mit Tibialsporn. Bauchsegmente glatt oder nur an den Seiten dicht fein nadelstichig, die Mittelfläche höchstens mit zerstreuten gröberen Nadelstichen. Ommatiden flach, nicht buckelförmig aus der Fläche heraustretend. Aussenrand der Tibienapophyse nahe der Spitze mit 2 Sägezähnen beim ♀ . . 2

2. ♂: Tibienapophyse modifiziert, am Ende gestutzt (Fig. 45—48), mit der Spitze des beweglichen Fingers zusammenschliessend. Trochanterdornen am Innenrande undeutlich 3

— ♀: Tibienapophyse allmählich in einen starken spitzen Dorn auslaufend, am Vor- und Hinterrande sägezähnig, nicht mit der Spitze des beweglichen Fingers sich berührend. Trochanter am Rande mit 5—6 deutlichen Zähnen 7

3. Tibienapophyse etwa in der Mitte bis auf die halbe Breite sich verjüngend und gegen die Spitze sich nicht wieder erweiternd (Fig. 45). Unbeweglicher Finger am Aussenrande tief halbkreisförmig ausgeschnitten (Fig. 45). Beine rot. Ommatiden mittelgross. Bauchsegmente nur an den Seiten dicht fein nadelstichig 2. H. wood-masoni (Oates), p. 46.

— Tibienapophyse mit parallelen oder fast parallelen Rändern, am Ende oder etwas vor dem Ende oft nur etwas angeschwollen (Fig. 46—48). Unbeweglicher Finger am Aussenrande höchstens etwas geschweift, aber nicht durch einen tiefen Kreiseinschnitt plötzlich verdünnt 4

4. Innenrand des Femur der Maxillen doppelt so lang als der Vorderrand des Trochanter. Beine rot. . . . . 3. H. binghami (Oates), p. 47.

— Innenrand des Femur der Maxillen nur so lang oder weniger länger als der Vorderrand des Trochanter 5

5. Coxen und Schenkel aller Beine lederbraun oder dunkel rotbraun, dunkler als die roten Tibien. Schenkel der Maxillen unterseits nur raspelig oder grubig. Handbeule am Grunde des unbeweglichen Fingers gross, halbmondförmig, sich auch auf einen grossen Teil der Einlenkungsstelle des beweglichen Fingers erstreckend (Fig. 49). Bauchsegmente glatt oder nur am äussersten Seitenrande dicht fein nadelstichig 5. H. rangunensis (Oates), p. 49.

— Coxen und Schenkel der 3 hinteren Beinpaare rot oder gelbrot, von der Farbe der Tibien. Schenkel der Maxillen unterseits meist grobkörnig. Hand-Beule am Grunde des unbeweglichen Fingers undeutlich oder rundlich, fast auf den Grund des unbeweglichen Fingers beschränkt (Fig. 47). Bauchsegmente an den Seiten dicht nadelstichig, und diese feine Punktierung geht namentlich am Vorderrande der Segmente weiter gegen die Mitte, zuweilen bis über die Gruben hinaus 6

6. Auch die Schenkel des I. Beinpaares rot. Schenkel der Maxillen unterseits dicht grobkörnig. Tibienapophyse vor dem Ende kaum angeschwollen, am Ende 3zackig oder mit einem breiten Zahn an der Aussenecke (Fig. 46) 4. H. formosus (Butl.), p. 48.

— Coxen und Schenkel des I. Beinpaares dunkel braunrot, weit dunkler als die der 3 andern Beinpaare. Schenkel der Maxillen nur am äussersten Rande etwas körnig, sonst raspelig. Tibienapophyse vor dem Ende deutlicher angeschwollen, am Ende nur in der Mitte mit kleinem Zahn (Fig. 47). . . 6. H. saxatilis (Oates), p. 49.

7. Ommatiden sehr gross, nicht um ihre Breite von einander entfernt. Femur der Maxillen unterseits nur mit zerstreuten groben Körnchen besetzt, nicht nadelstichig. I. Bauchsegment am Hinterrande nur flachbogig vorgezogen, auf der Fläche mit 2 ganz seichten seitlichen Längseindrücken und einer schwachen medianen Depression am Hinterrande (Fig. 50). Letztes Bauchsegment auch in der Mitte fein nadelstichig, übrige Segmente nur an den Seiten. Beine gelbrot 3. H. binghami (Oates), p. 47.

— Ommatiden mässig gross, weiter als ihr Durchmesser von einander entfernt. Femur der Maxillen unterseits grubig nadelstichig, nicht oder kaum obsolet gekörnt. I. Bauchsegment in der Mitte des Hinterrandes fast halbkreisförmig vorgezogen, nicht mit 3 seichten Eindrücken. Letztes Bauchsegment auf der Fläche meist glatt . . . 8

8. Coxen und Schenkel aller Beine oder doch des I. Beinpaares lederbraun bis tief rotbraun, dunkler als die Tibien. I. Bauchsegment mit 2 tiefen halbmondförmigen oder rundlichen Gruben rechts und links von der Mittellinie (Fig. 51). 9

— Coxen und Schenkel alle rot oder gelbrot wie die Tibien. I. Bauchsegment entweder nur mit flacher scheibenförmiger Depression auf dem Mittelfelde (Fig. 52), oder nur mit kurzer tiefer medianer Querfurche unweit des Vorderrandes (Fig. 53) . . . 10

9. Alle Schenkel braun. Gruben des I. Bauchsegments halbmondförmig (Fig. 51), Fläche des Hinterrandbogens querrunzelig . . . . H. rangunensis (Oates), p. 49.

— Nur die Schenkel des I. Beinpaares braun, die übrigen rot. Gruben des I. Bauchsegments rund, Fläche des Hinterrandbogens fast glatt
6. H. saxatilis (Oates), p. 49.

10. I. Bauchsegment nur mit flacher scheibenförmiger Depression, die das ganze Mittelfeld einnimmt (Fig. 52) . . . . 2. H. wood-masoni (Oates), p. 46.

— I. Bauchsegment auf der Fläche ohne scheibenförmige Depression, aber vor der Mitte mit einer kurzen tiefen, wie mit einer Nadel gerissenen Querfurche (Fig. 53)
4. H. formosus (Butl.), p. 48.

1. Hypoctonus gastrostictus n. sp.

Bisher nur 1 ♀ bekannt. Truncus braun, Beine etwas heller rotbraun. Cephalothorax zwischen den Seitenaugen runzelig grubig, hinten, namentlich an den Seiten, dicht isoliert feinkörnig. Augenhügel niedrig, nach vorn allmählich abfallend, sein Medianwulst die Augen nicht überragend, vorderer Seitenrand des Cephalothorax glatt. Abdomen ziemlich dicht gekörnt, auf den ersten 3 Segmenten mit Medianlinie. I. Bauchsegment ohne tiefere Eindrücke, Hinterrand etwas bogig nach hinten vorgezogen, Fläche mit einzelnen eingestochenen Punkten und mit gröberen Grübchen gegen den Hinterrand. Uebrige Segmente auf der ganzen Fläche dicht fein nadelstichig mit Ausnahme des letzten, das in der Mitte fast glatt ist. Ommatiden gross, knopfförmig vorstehend, kaum um ihre Breite von einander entfernt.

Coxalfläche der Maxillen glatt, glänzend, kaum durch einzelne Punkte nadelstichig. Trochanter oberseits glatt, glänzend, am Vorderrande mit 5 spitzen Zähnen, von denen der 2te, voreckständige, der grösste. Femur, Tibia und Hand glatt und glänzend, nur mit ganz vereinzelten Punktstichen. Femur auch unterseits glatt. Dornapophyse der Tibia am Ende des Aussenrandes nur mit einem starken Dorn (Fig. 44).

Fühlerglieder gestreckt. 3tes Glied etwas länger als das 2te, 4tes nur $\frac{2}{3}$ so lang als das 3te; 4.—8. an Länge allmählich abnehmend.

Tibialsporne nur am IV. Beinpaar. Körperlänge 18 mm.

Fundort: Angeblich Borneo (Hofmuseum Wien).

2. Hypoctonus wood-masoni (Oates) 1890.

1890 Theiyphonus wood-masoni Oates in: Journ. Asiat. Soc. Bengal LVIII 2, p. 12.

Cephalothorax schwarzbraun, Abdomen heller, Beine lebhaft rot. Cephalothorax und Augenhügel wie bei der vorigen Art. Ebenso Abdomen oberseits. I. Bauchsegment beim ♂ am Hinterande gestutzt und hier mit dreieckiger Depression, auf der Fläche schwach quer-runzelig und zerstreut nadelstichig, II. mit deutlichem Dorn in der Mitte des

Hinterrandes, auf der Fläche, gleich dem III., grob quer-runzelig. Uebrige Segmente glatt, glänzend, auf den Mittelfeldern ziemlich dicht punktiert, an den äussersten Seitenrändern sehr dicht und fein nadelstichig, die Fläche aussenseits von den Gruben glatt und fast unpunktiert. I. Bauchsegment beim ♀ nach hinten in der Mitte plötzlich fast halbkreisförmig vorgezogen, die Fläche mit einer grossen, flachen, medianen Beule (Fig. 52), an den Seiten zerstreut nadelstichig. Übrige Segmente glatt, zerstreut nadelstichig, an den äussersten Seitenrändern sehr fein dicht nadelstichig. Ommatiden mässig gross, nicht knopfförmig vorgequollen, um mehr als ihren Durchmesser von einander entfernt.

Coxalfläche der Maxillen glatt, sehr zerstreut nadelstichig. Trochanter oberseits glatt und glänzend, beim ♀ mit 5 spitzen Randdornen, welche beim ♂ nur als kleine Höcker entwickelt sind oder zum Teil verschwinden. Femur oberseits glatt, glänzend, unterseits beim ♂ grobkörnig, beim ♀ glatt. Tibia und Hand in beiden Geschlechtern glatt und glänzend, nur mit einzelnen Nadelstichen. Apophyse der Tibia beim ♂ gleich hinter der Mitte auffallend verjüngt, die aufrechte Bogenleiste am inneren Unterrande gross, Ende mit einem stärkeren Zähnchen in der Mitte der Endfläche (Fig. 45). Apophyse des ♀ am Aussenrande nahe dem Ende mit 2 starken Sägezähnen. Hand beim ♂ dicker als die Tibia, am Grunde des unbeweglichen Fingers mit tiefer halbkreisförmiger Ausbuchtung, wie ausgebissen (Fig. 45), so dass der unbewegliche Finger hier plötzlich dünner wird. Hand beim ♀ normal, dünner als die Tibia.

Fühlerglieder bei beiden Geschlechtern gleich, ähnlich wie bei der vorigen Art.

Tibialsporne am III. und IV. Beinpaar. Körperlänge bis 25 mm.

Fundort: Tenasserim in Birma.

3. Hypoctonus binghami (Oates) 1890.

1890 Thelyphonus binghami Oates in: Journ. Asiat. Soc. Bengal LVIII. 2, p. 15.

Truncus braun, Schenkel der Beine gelbrot. Cephalothorax und Abdomen wie bei den vorigen Arten. I. Bauchsegment — beim ♀ — am Hinterrande nur wenig weitbogig vorgezogen, so dass der ganze Hinterrand an den Seiten nicht bogig ausgeschweift erscheint; Fläche mit 2 ziemlich schwachen Gruben, ausserdem eine unpaare Dreiecks-Depression in der Mitte des Hinterrandes (Fig. 50). Übrige Segmente nur an den äussersten Seitenrändern fein nadelstichig, auf der Fläche glatt, kaum mit einzelnen obsoleten Punkten. Ommatiden auffallend gross, nicht um die Hälfte ihres Durchmessers von einander entfernt, nicht vorgequollen.

Coxalfläche und Trochanter wie bei der vorigen Art, aber auch das ♂ mit 5 deutlichen Dornen am Vorderrande. Femur beim ♂ doppelt so lang an seinem Innenrande als die anstossende Trochanterfläche, oberseits glatt, unterseits körnig; beim ♀ kürzer, unterseits nur mit einigen obsoleten Körnchen besetzt. Tibia und Hand glatt, glänzend, mit einzelnen Stichpunkten. Apophyse der Tibia beim ♂ mit fast parallelen Seiten, aber vor der Spitze etwas angeschwollen und am Ende mit stumpfem Dorn in der Mitte. Apophyse des ♀ aussenseits mit 2 Dornen nahe der Spitze. Hand beim ♂ am Grunde des unbeweglichen Fingers nicht halbkreisförmig ausgebuchtet, dicker als die Tibia.

Fühler wie bei den vorigen Arten.
Tibialsporne am III. und IV. Beinpaare. Körperlänge etwa 30 mm.
Fundort: Tavoy Fluss, Tenasserim in Birma.

4. Hypoctonus formosus (Butl.) 1872.

1872 Thelyphonus formosus Butler in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X p. 201.
1873 » » Stolicza in Journ. Asiat. Soc. Bengal 1873 p. 137 t. XII f. 4.
1873 angustus Stolicza ibid. p. 134 t. XII f. 3 (teste Thorell).
? 1889 Hypoctonus formosus Thorell in: Ann. Mus. civ. (2) VII p. 542 (wol nur zum Teil)
1890 » » Oates in: Journ. As. Soc. Bengal LVIII 2, p. 14.

Cephalothorax dunkel rotbraun, Abdomen und Beine gelbrot. Cephalothorax und Abdomen wie die vorigen. Ebenso Abdomen oberseits. I. Bauchsegment beim ♂ glatt, glänzend, an den Seiten schilferig-körnig, am Hinterrande gestutzt und etwas ausgeschweift, beim ♀ vor der Mitte mit einem kurzen schwarzen Querriss (Fig. 53), in der bogigen Ausbuchtung des Hinterrandes quer-runzelig, sonst glatt und sehr zerstreut punktiert. Übrige Segmente beim ♂ von den Seiten bis über die Gruben dicht fein nadelstichig, beim ♀ glatt, glänzend, nur an den äussersten Seiten etwas fein nadelstichig, sonst nur mit einzelnen gröberen Nadelstichen. Ommatiden mässig gross, um mehr als ihren Durchmesser von einander entfernt.

Coxalfläche glatt, sehr zerstreut nadelstichig. Trochanter oberseits fast glatt, beim ♀ mit 5 Randdornen, die beim ♂ sehr winzig sind. Femur oberseits beim ♂ zerstreut raspelig, beim ♀ glatt, unterseits beim ♂ grobkörnig, beim ♀ obsolet körnig. Tibia und Hand glatt, mit einzelnen Grubenpunkten. Tibienapophyse beim ♂ der ganzen Länge nach fast gleich breit, nur mit kleiner Anschwellung innenseits etwas vor dem Ende, am gestutzten Ende 3zackig (Fig. 46); beim ♀ am Aussenrande mit 2 Sägezähnen vor dem Ende. Hand beim ♂ am Grunde des unbeweglichen Fingers kaum ein wenig eingebogen, auf der Fläche ohne deutlich markierte Depression oder Grube am Grunde des unbeweglichen Fingers.

Fühlerglieder wie bei den vorigen Arten. Körperlänge etwa 25 mm.
Fundort: Tenasserim in Birma.

Nahe verwandt und wol nur Lokalrassen dieser Art dürften sein:

1. **Hypoctonus insularis** (Oates) [= Thelyphonus insularis Oates in: Journ. As. Soc. Beng. LVIII. 2, p. 13]. Die mir vorliegenden Originalexemplare sind etwas grösser als die Hauptform (bis 30 mm) und dunkler, fast schwarz gefärbt, die Beine fast kirschrot. Die Bauchsegmente des ♂ sind viel weniger fein nadelstichig (nur im IV. Segment bis an die Gruben tretend), während das I. Bauchsegment des ♀ den charakteristischen Querriss vor der Mitte zeigt. Die Tibienapophyse des ♂ trägt am gestutzten Ende nur einen starken Zahn, der als Fortsetzung des Aussenrandes erscheint. Am Grunde des unbeweglichen Fingers zeigt das ♂ eine deutlichere, grubige Depression. — Double-Island an der Mündung des Moulmein River in Birma.

2. **Hypoctonus andersoni** (Oates) [= Telyphonus andersoni Oates in: Journ. Asiat. Soc. Bengal LVIII. 2, p. 11, t. 11 f. 12]. Soweit aus der Beschreibung von *Oates* zu ersehen, im männlichen Geschlecht namentlich unterschieden durch die Tibienapophyse der Maxillen, welche im Endviertel sich etwas, fast quadratisch, erweitert und an seinem Ende einen einzigen rückwärts gerichteten Zahn trägt (Fig. 48). — Ober-Birma.

5. Hypoctonus rangunensis (Oates) 1890.

1890 Thelyphonus rangunensis Oates in: Journ. As. Soc. Bengal Bd. LVIII. 2, p. 18.

Truncus schwarz, Schenkel der Beine sämtlich tief braunrot, Tibien rot. Cephalothorax und Augenhügel wie bei den vorigen Arten. Ebenso Abdomen oberseits. I. Bauchsegment beim ♂ am Hinterrande gestutzt, auf der Fläche mässig dicht punktiert, namentlich gegen den Hinterrand, beim ♀ mit 2 tiefen halbmondförmigen Gruben (Fig. 51), an den Seiten ziemlich dicht grubig, Hinterrand fast halbkreisförmig vorgezogen. Übrige Segmente beim ♂ namentlich auf der Mittelfläche zerstreut aber regelmässig fein punktiert, an den Seiten matt, schwarz, aber kaum fein nadelstichig. Ähnlich beim ♀, aber Fläche sparsamer punktiert. Ommatiden mässig gross, um mehr als ihren Durchmesser von einander entfernt.

Coxalflächen sehr zerstreut punktiert, beim ♂ gegen die Mittellinie runzelig. Trochanter wie bei der vorigen Art. Femur oberseits namentlich am Grunde etwas gross-grubig, unterseits beim ♂ etwas raspelig-grubig, beim ♀ dicht gross-grubig. Tibien und Hand beim ♂ glatt, glänzend, schwarz, beim ♀ mit einzelnen grösseren Grübchen, namentlich die Hand. Tibienapophyse bei ♂ und ♀ wie bei der vorigen Art. Hand beim ♂ am Grunde des unbeweglichen Fingers mit einer ziemlich gut begrenzten halbmondförmigen Depression, die sich noch halb auf den Einlenkungsrand des beweglichen Fingers erstreckt (Fig. 49). Fühlerglieder wie bei den übrigen Arten. Körperlänge etwa 25 mm.

Fundorte: Rangun, Palon in Birma.

Von der Hauptform trennt *Oates* als besondere Species ab:
H. silvaticus Oates (Journ. As. Soc. Beng. LVIII. 2, p. 18), von dem bisher nur ein ♂ bekannt ist. Es soll sich von H. rangunensis hauptsächlich durch stärkere Anschwellung der Tibienapophyse im Enddrittel unterscheiden. — Tharrawaddy-Distrikt in Birma.

6. Hypoctonus saxatilis (Oates), 1890.

1890 Thelyphonus saxatilis Oates in: Journ. As. Soc. Bengal LVIII 2, p. 17.

Truncus dunkel rotbraun, Abdomen meist etwas heller; Schenkel und Coxen des I. Beinpaares lederbraun bis rotbraun, die der übrigen Beine nebst den Tibien rot oder gelbrot. Cephalothorax und Abdomen oberseits wie bei den übrigen Arten. I. Bauchsegmente an den Seiten beim ♂ gross-grubig-runzelig, auf der Fläche quer-runzelig, am Hinterrande gestutzt und etwas geschweift, vor demselben etwas dichter grob punktiert. I. Bauchsegment beim ♀ auf der Fläche mit 2 grossen fast runden, runzeligen Eindrücken,

am Hinterrande in der Mitte fast halbkreisförmig vorgezogen, auf der Fläche seitlich von den Gruben ziemlich grob und mässig dicht punktiert, unterhalb der Gruben etwas zerstreuter punktiert und kaum quer-runzelig. IV.—IX. Segment beim ♂ auf der ganzen Fläche namentlich in der Mitte dicht ziemlich grob nadelstichig, an den Seiten matt, aber kaum fein nadelstichig, beim ♀ die Fläche mehr obsolet und zerstreut punktiert, die Seiten deutlicher fein nadelstichig. Ommatiden ziemlich gross, wenig mehr als ihr Durchmesser von einander entfernt.

Coxalflächen wie bei der vorigen Art. Trochanter oberseits beim ♀ ziemlich dicht gekörnt, beim ♂ fast glatt, die Randdornen wie bei den übrigen Arten. Femur in beiden Geschlechtern oberseits fast glatt, nur am Grunde aussen etwas dichter grubig, unterseits dicht gross-grubig bei ♂ und ♀. Tibia und Hand glatt, glänzend, sehr vereinzelt nadelstichig, nur die Hand beim ♀ etwas dichter grubig. Tibienapophyse beim ♂ vor dem Ende beidseitig angeschwollen, etwas stärker als bei H. rangunensis, am gestutzten Ende nur mit einem höckerartigen Zahn fast in der Mitte (Fig. 47). Apophyse beim ♀ am Aussenrande mit 2 Zähnen. Hand beim ♂ am Grunde des unbeweglichen Fingers mit deutlicher Depression, die aber nicht gestreckt halbmondförmig ist, wie bei der vorigen Art.

Fühlerglieder wie bei den übrigen Arten. Körperlänge bis 28 mm.

Fundort: Thayetmyo in Birma. Der vorigen Art jedenfalls sehr nahe stehend.

II. Tribus Tartarides Thor.

Fam. Schizonotidae Thor. 1888.

Uropygi deren Cephalothorax durch eine tiefe quere Gelenkfurche nahe dem Hinterrande in 2 Abschnitte von ungleicher Grösse geteilt wird (Fig. 54a, b); das 3. und 4. Beinpaar sind dem hinteren Abschnitte eingefügt. Cephalothorax ohne Stirnaugen und Augenhügel, mit spitzer Stirnspina (Fig 54), meist ohne Spur von Seitenaugen. Abdomen mit 8 breiten Ringen und 3 schmalen. Auf der Bauchseite ein schmales, gestrecktes Sternum zwischen den Coxen des IV. Beinpaares. Caudalanhang kurz griffelförmig und ungegliedert (Fig. 56b) oder mit verdicktem Endknopf (Fig. 56a). Mandibeln scheerenartig, aber weit klaffend, nur die Spitze des beweglichen Fingers gegen die Innenrandzähnchen des unbeweglichen treffend. Maxillen mit Coxa, Trochanter, Femur, langer Patella, Tibia (ohne seitliche Apophyse) und Hand (Fig. 1b). Letztere mit einschlagbarer Endklaue sowie gegen den Grund der Klaue aussen- und innenseits je mit einem vorwärts gerichteten Dorn. Geissel des

I. Beinpaares mit 8 Gliedern, von denen das 2te schaftartig verlängert ist (Fig. 55a, b). Coxen des II. Beinpaares mit Dornfortsatz, Patella und Tibia verhältnissmässig kurz, dagegen das 1te Segment des 4gliedrigen Tarsus*) tibienartig verlängert. Endtarsen mit 2 dorsalen und einer ventralen Klaue (Fig. 2b).

Im Jahre 1872 wurden die ersten Formen dieser merkwürdigen Gruppe von *Cambridge* unter dem Gattungsnamen Nyctalops beschrieben, einem Namen, der, weil schon für einen Vogel von *Wagler* vergeben, später von *Thorell* in Schizonotus umgewandelt wurde. Eine 2te hierher gehörige Gattung Tripeltis beschrieb dann *Thorell* (34) im Jahre 1889, während der erst ganz neuerdings von *Cook* in die Wissenschaft eingeführte Artacarus liberiensis nach dem mir gütigst zur Verfügung gestellten Originalexemplar sich als ein des Caudalanhanges verlustig gegangener Schizonotus tenuicaudatus herausstellen dürfte. Leider lässt das in Balsam eingebettete Präparat einige für die Entscheidung der Frage wichtige Punkte nicht deutlich erkennen, doch gelang es mir nicht, auch nur einen Differenzpunkt mit Schizonotus aufzufinden.

Hinterer Abschnitt des Cephalothorax besteht aus einem Stück (Fig. 54a). 3tes Fühlerglied breiter als lang, die folgenden kaum länger als breit (Fig. 55a). 1. Schizonotus Thor., p. 51.

Hinterer Abschnitt des Cephalothorax ist wieder durch eine Längsfurche in 2 Teile geteilt (Fig. 54b), so dass der Cephalothorax im Ganzen aus 3 Stücken besteht. 3tes Fühlerglied so lang als breit, die folgenden länger als breit (Fig. 55b). 2. Tripeltis Thor., p. 53.

1. Gatt. Schizonotus Thor. 1888.

Schizonotiden ohne Seitenaugen. Hinterer Abschnitt des Cephalothorax ungeteilt (Fig. 54a). Caudalanhang einfach griffelförmig oder am Ende herzförmig verdickt (Fig. 56a, b). Untere Klaue der Endtarsen senkrecht abwärts geschlagen (Fig. 2b). Hand ausser der Endklaue mit 2 Dornen (aussen und innenseits je einer). Trochanter der Maxillen nach vorn in eine stumpfe oder gebogene, nach vorn gerichtete Spitze ausgezogen, die Einlenkung des Femur auf seinem Rücken tragend. 3tes Glied der Fühlergeissel kürzer als das 4te (Fig. 55a).

Die 2 beschriebenen Arten sind voraussichtlich nur die 2 Geschlechter ein und derselben Species.

1. Caudalanhang am Ende knopf- oder herzförmig verdickt (Fig. 56a). Trochanter der Maxillen vorn mit starkem, gebogenem Dornfortsatz (Fig. 1b). Patella unterseits

*) *Cambridge* hat die Gliederung in die 3 letzten Segmente übersehen, *Thorell* spricht von 3 Tarsengliedern, da er das basale, gestreckte wol für die Tibia hielt.

mit starkem Dorn in der Mitte (Fig. 1 b). Schenkel des 4. Beinpaares auffallend verdickt, dem Trochanter sich mit dick-kolbigem Grunde ansetzend (Fig. 57).

1. Sch. crassicaudatus (Cambr.), p. 52.

— Caudalanhang kurz griffelförmig (Fig. 56b). Trochanter der Maxillen vorn nur in eine kurze stumpfe Spitze ausgezogen (Fig. 58a). Patella unterseits ohne Dorn. Schenkel des 4. Beinpaares am Grunde weniger dick-kolbig.

2. Sch. tenuicaudatus (Cambr.), p. 52.

1. Schizonotus crassicaudatus (Cambr.) 1872.

1872 Nyctalops crassicaudatus Cambridge in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 411, t. XXII. f. 1.
1888 Schizonotus crassicaudatus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI, p. 358.

Färbung hell gelbbraun, Cephalothorax etwas dunkler. Körperlänge etwa 6 mm. Der kurze Caudalanhang trägt am Ende eines winzigen Stiels eine herzförmige oder ankerschaufelartige Verdickung, die mit zarten Borsten besetzt ist (Fig. 56a). Trochanter der Maxillen vorn mit starkem, etwas abwärts gebogenem Dornfortsatz (Fig. 1 b). Femur unterseits mit kurzem Dornhöcker (Fig. 1 b), Patella cylindrisch, mit starkem, gekrümmtem Dorn unterseits (Fig. 1 b), Tibia cylindrisch, unterseits mit kleinem Dornhöcker; Hand aussenseits mit stärkerem, innenseits mit schwächerem Dorn auf der Unterseite vor dem Ansatz der Endklaue. 2tes Fühlerglied lang gestreckt, 3tes kurz, länger als breit, deutlich kürzer als die folgenden (Fig. 55 a).

Fundort: Ceylon (Botan. Garten unter Pflanzenresten).

2. Schizonotus tenuicaudatus (Cambr.) 1872.

1872 Nyctalops tenuicaudata Cambridge in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 411, t. XXII. f. 2.
1888 Schizonotus tenuicaudatus Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI, p. 358.
? 1896 Artacarus liberiensis Cook in litt.

Der vorigen Art in Färbung und Grösse gleichend. Caudalanhang einfach, griffelartig, ungegliedert, mit Borsten besetzt (Fig. 56b). Trochanter der Maxillen vorn nur mit kurzem, stumpfem Fortsatz (Fig. 58a). Femur unterseits ohne Spur eines Dorns, ebenso die Patella. Sonst wie vorige Art, wol nur ♀ derselben.

Fundort: Ceylon, mit der vorigen Art. ? Liberia.

2. Gatt. Tripeltis Thor. 1889.

Schizonotiden ohne Seitenaugen oder mit je einem (schwer erkennbaren) kleinen Augenfleck an den Seiten des Cephalothorax. Hinterer Abschnitt des Cephalothorax durch eine Längsfurche in 2 seitliche, fast quadratische Platten zerlegt (Fig. 54b). Untere Klaue der Endtarsen nach vorn gerichtet. Caudalanhang einfach griffelförmig. Fühlergeissel achtgliedrig,*) 2tes Glied schaftartig gestreckt (Fig. 55b). 3tes Fühlerglied so lang als breit, wenig kürzer als die folgenden.

*) *Thorell* giebt irrthümlicher Weise 6—7 Fühlerglieder an.

1. Völlig augenlos. Maxillen 1½ mal so lang als der Cephalothorax.
1. T. grassii Thor., p. 53.
— Jederseits des Cephalothorax mit rundlichem Ocellenfleck. Maxillen wenig länger der Cephalothorax . . . . 2. T. cambridgei Thor., p. 53.

1. Tripeltis grassii Thor. 1889.

1889 Tripeltis grassii in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VII, p. 554. t. V. f. 1.

Truncus braun, Beine bleicher. Körperlänge 7 mm. Cephalothorax vorn an den Seiten ohne Spur von Seitenaugen. Maxillen 1½ mal so lang als der Cephalothorax, ihre Coxen mit langem Dornfortsatz, Trochanter der Maxillen nach vorn in einen kufenartig gebogenen Fortsatz mit gerader Spitze ausgezogen (Fig. 58b). Schenkel und Patella, weniger deutlich die Tibia, unterseits mit einer Reihe starker Dornborsten. Hand ausser der Endklaue jederseits mit einem Dorn. Schenkel des 4. Beinpaares am Grunde kolbig verdickt.

Bisher nur ein Exemplar von Teinzò in Birma (Museum Genua; Fea leg.).

2. Tripeltis cambridgei Thor. 1889.

1889 Tripeltis cambridgei Thorell in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VII, p. 559.

Das einzige bis jetzt bekannte, sehr jugendliche, nur 3,3 mm lange Exemplar gleicht der vorigen Art fast in allen Punkten, weshalb schon *Thorell* die Frage aufwirft, ob es einfach als Jugendzustand zur vorigen Art zu ziehen sei, wofür die etwas hellere, mehr grüngelbe Färbung und die geringere Länge der Maxillen sprechen würde. Lediglich der Umstand, dass das Exemplar jederseits am Cephalothorax einen rundlichen ocellenartigen Fleck trägt, hat den Autor bestimmt, vorläufig eine selbständige Species aufzustellen.

Fundort: Prome in Unterbirma (Museum Genua; Fea leg.).

Litteratur.

1) 1758. Linné, C. v.: Systema naturae Ed. X p. 619. — Kurze Notiz über „Phalangium caudatum« von Indien.

2) 1764. Linné, C. v.: Museum Ludovicae Ulricae p. 426. — Ausführliche Beschreibung des »Phalangium caudatum« von Java.

3) 1772. Pallas, P. S.: Spicilegia zoologica Fasc. IX p. 30, Tfl. III f. 1. 2. — Phalangium caudatum.

4) 1793. Fabricius, J. C.: Entomologia systematica II p. 433. — Führt Gattungsnamen Tarantula ein.

5) 1797. Herbst, J. F. W.: Natursystem der ungeflügelten Insekten. Heft I, p. 84, Tfl. V, Fig. 2. — Phalangium caudatum von »Ostindien«.

6) 1804. Latreille, P. A.: Histoire naturelle des Crustacés et des Insects Tom. VII, p. 132, Tfl. 60 f. 4. — Führt Namen Thelyphonus ein. Thelyphonus caudatus (L).

7) 1806. Latreille, P. A.: Genera crustaceorum et insectorum I p. 129. — Thel. caudatus, der in Amerika heimisch.

8) 1829. Cuvier, G.: Le règne animal IIme. Edit. von P. A. Latreille Tom. IV, p. 266. — Erwähnt in einer Anmerkung, dass 3 Formen zu unterscheiden seien, das Phal. caudatum L. von Java, der Thelyph. proscorpio von Westindien und eine 3te Art vom Gangesdelta.

9) 1835. Lucas, H.: Essai sur une Monographie du genre Thelyphone in Magas. de Zool. de M. Guérin 1835, Cl. VIII, Tfl. VIII — X. — Beschreibt 6 Arten, darunter 5 neue.

10) 1843. Koch, C. L.: Die Arachniden, Bd. X. — Beschreibung von 8 Arten, darunter 5 neue.

11) 1844. Gervais P.: Histoire naturelle des insectes. Aptères. Bd. III. p. 8—14. — Aufzählung der Lucas'schen Arten.

12) 1847. Gervais P.: op. cit. Bd. IV., p. 566—568. — Aufzählung der Koch'schen Arten.

13) 1853. Girard, C.: In Natur. History of the Red River of Louisiana. Reprint. from the Report of Cpt. R. B. Marcy, Washington. — Thelyph. excubitor.

14) 1857. Doleschall, C. L.: Bijdr. tot de Kennis der Arachniden von den Indischen Archipel in: Tijdschr. v. Nederl. Indie XIII. — Telyphonus seticauda.

15) 1859. Doleschall, C. L.: Twede Bijdr. tot de Kennis d. Arachniden von den Indischen Archipel in: Act. soc. scient. Indo-Neerland V.

16) 1862. Wood, H. C.: Description of a new species of the genus Thelyphonus in: Proc. Acad. Natur. Sc. Philadelphia (1861) 1862, p. 312. — Th. stimpsonii.

17) 1862—63. Wood, H. C.: On the Pedipalpi of North America in: Journ. Acad. of Sciences, Philadelphia (2) V, p. 373—74. — Thelyph. giganteus Luc.

18) 1864. Wood, H. C.: Description of new species of North Amer. Pedipalpi in: Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia (1863) 1864, p. 107—112.

19) 1869. Stolicza, F.; Contribution tow. our knowledge of Indian Arachnoidea in: Journ. Asiat. Soc. Bengal Vol. 38, P. II, p. 201—251. — Th. assamensis.

20) 1872. Butler, A. G.: A monograph of the genus Thelyphonus in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 200—206. Mit 1 Tfl. — 21 Species, davon 8 neue.

21) 1872. Cambridge, O. P.: On a new Family and genus and two new species of Thelyphonidea. Mit 1 Tfl. in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4) X, p. 126—143. Auch in: Ann. Soc. Ent. Fr. (5) II, p. 486—88. — Familie Tartarides, n. g. Nyctalops.

22) 1873. Butler, A. G.: Description of several new species of Thelyphonus, mit 1 Tfl. in: Cistula entomol. VI. p. 129—132. — Th. psittacinus, parvimanus, philippensis, sepiaris, nigrescens.

23) 1873. Stolicza, F.: Notes on the Indian Species of Thelyphonus in: Journ. Asiat. Soc. Bengal (n. s) XIII. P. II., p. 126—143. Mit Tfl. XII. — Kritik der Butler'schen Arten; 3 neue Species.

24. 1873. Butler, A. G.: Answer to Dr. Stolicza's Notes on the Indian Species of Thelyphonus in: Ann. Mag. Nat. Histor. (4) XII, p. 114—116.

25) 1873. Gravere, C. de: Mededeeling over Thelyphonus proscorpio Latr., gevonden in the residentic Madioen in: Natuurk. Tijdschr. Nederl. Ind. 33. Deel. (7. ser. 3. D.) 1873, p. 512—513.

26) 1877. Simon, E.: Étud. arachn. 5. Mém. Part. IX. Arachn. recueill. aux Iles Philippines par M. M. Baer et Laglaise in: Ann. Soc. ent. France (5) VII, p. 92. — Thel. manilanus Koch.

27) 1885. Keyserling, E. Graf: Arachniden Australiens von L. Koch, fortges. von Keyserling II, p. 42. — Thelyph. insulanus n. sp.

28) 1886. Marx, Geo.: Notes on Thelyphonus Latr. mit 1 Tafl. in: Entomologica americ. II, p. 38—40. — Th. excubitor Girard wol = ♂ von Th. giganteus Luc.

29) 1882. Thorell, T.: Descrizione dei aluni aracnidi inferiori dell' Arcipelago malese in: Ann. Mus. civ. Genova XVIII, p. 35 — Bezeichnet die Thelyphoniden als Subordo Uropygi mit den beiden Familien der Thelyphonoidae und Nyctalopoidae (= Tartarides Cambr.).

30) 1887. Simon, E.: Étude sur les Arachnides de l'Asie mérid. etc. I. Arachn. recueill. à Tavoy par Moti Ram in: Journ. Asiat. Soc. Bengal LVI, p. 111. — Thelyph. formosus Butl.

31) 1888. Thorell, T.: Pedipalpi e scorpioni dell' Arcipelago malese conservati nel Museo civico d. Stor. nat. di Genova in: Ann. Mus. civ. Genova (2) VI, p. 327—428. — Thelyph. Doriae, asperatus, papuanus nn. spsp.; Tretrabalius n. g.; Uropygi in die beiden »Tribus« der Oxopoei (Fam. Thelyphoniden) und der Tartarides (Fam. Schizonotoidae [n. n. für Nyctalopoidae] eingeteilt).

32) 1889. Tarnani, J.: Sur les Collections des Thelyphonides de quelques Musées russes in: Zool. Anz. 1889, No. 301, p. 118—122. — Thelyph. amurensis n. sp., Th. strauchii n. sp., Th. maximus n. sp.

33) 1889. Oates, E. W.: On the species of Thelyphonus inhabiting continental India, Burma and the Malayan Peninsula in: Journ. Asiat. Soc. of Bengal LVIII, p. 4—19, mit Tfl. II. — 8 neue Species Thelyphonus (incl. 6 Hypoctonus).

34) 1889. Thorell, T.: Aracnidi Artrogastri Birmani in: Ann. Mus. civico Genova (2) VII, p. 542—562. — Hypoctonus formosus (Butl.); Tripeltis n. g. Schizonotoidarum.

35) 1890. Tarnani, J.: Ueber die Thelyphoniden aus den Sammlungen einiger Russischer Museen, mit 1 Tfl. in: Horae Soc. ent. Ross. XXIV, p. 511—539. — Ausführliche Beschreibung der 1889 vom Verfasser aufgestellten Arten. Tabellen-Verzeichniss der bisher beschriebenen Arten.

36) 1894. Pocock, R. J.: Notes on the Thelyphonidae contained in the Collection of the British Museum, mit Tfl. II in: Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XIV, p. 120—134. — 6 neue Genera, 5 n. sp. Revision der Butler'schen Arten.

37) 1894. Tarnani, J.: Quelques nouvelles espèces de Thelyphonides in: Zool. Anz. 1894, p. 30—32. — Thelyph. niger n. sp. Thelyph. Schimkewitschi n. sp.

38) 1895. Tarnani, J.: Über die Thelyphoniden aus den Sammlungen einiger russischer Museen II, mit 1 Tfl. in: Horae Soc. ent. Ross. XXIX, p. 111—121. — Weitere Ausführung der vorigen Arbeit.

Index.

(Die nicht gesperrt gedruckten Gattungs- und Artnamen sind Synonyme.)

Figuren-Erklärung.

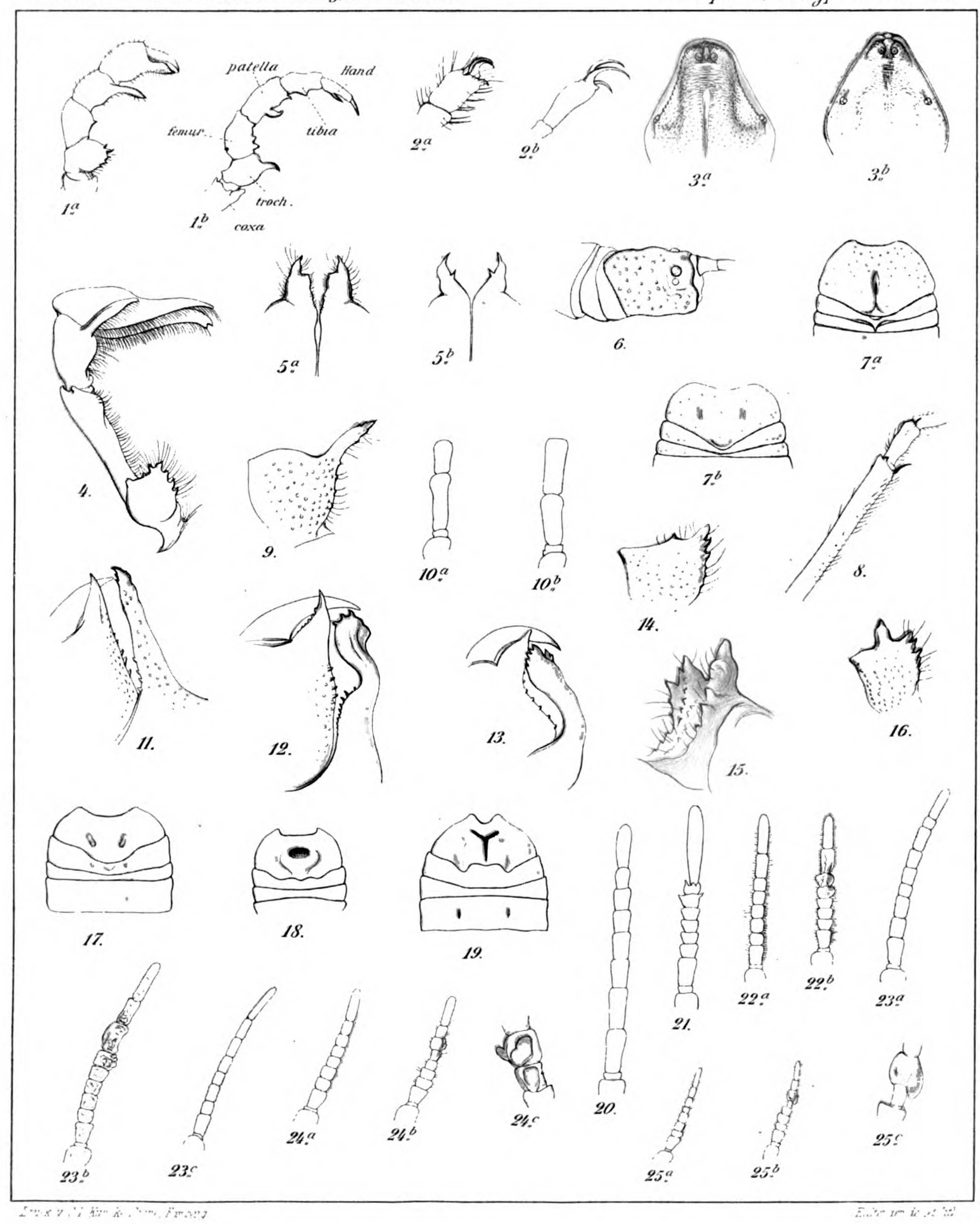
Tafel I.

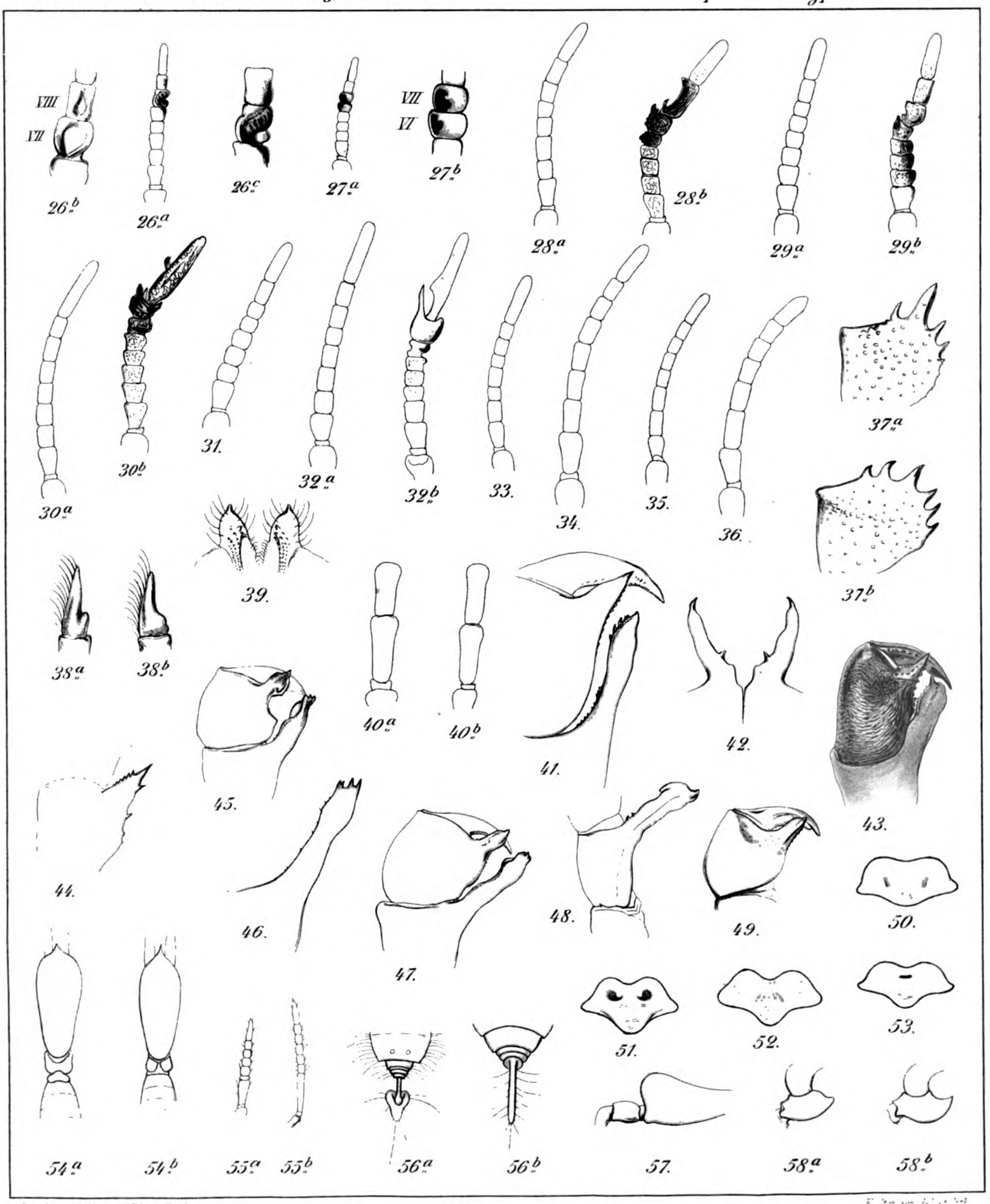
Fig. 1. Linke Maxille: a) von **Thelyphonus sp.**, b) von Schizonotus crassicaudatus (Cambr.).
» 2. **Endtarsus**: a) von **Thelyphonus sp.**, b) von Schizonotus crassicaudatus (Cambr).
» 3. **Vorderteil des Cephalothorax**: a) von **Thelyphonus** sp., b) von Hypoctonus sp.
» 4. **Linke Maxille von Mimoscorpius pugnator (Butl.)**, nach Butler.
» 5. **Coxalfortsatz der Maxille: a) von Thelyphonus sp., b)** von Uroproctus assamensis (Stol.).
» 6. **Ommatiden von Tetrabalius.**
» 7. **Die 3 ersten Bauchsegmente**: a) von **Thelyphonus** sp. ♂; b) ♀.
» 8. **Bein-Tibia mit Endsporn von Thelyphonus sp.**
» 9. **Maxillar-Tibia mit Apophyse von Thelyphonus** sp.
» 10. I.—III. **Fühlerglied**: a) von **Typopeltis amurensis** (Tarn.); b) von Mastigoproctus **giganteus** (Luc.).
» 11. Maxillar-Tibia von **Typopeltis amurensis** (Tarn.), ♂.
» 12. » » » » **niger** (Tarn.), ♂.
» 13. » » » » **formosanus** n. sp.. ♂.
» 14. Maxillar-Trochanter von **Typopeltis niger** (Tarn.), ♂, von oben.
» 15. » » » » **formosanus** n. sp., ♂, von unten.
» 16. » » » » » » ♂, » **oben.**
» 17. Vordere Bauchsegmente von **Typopeltis amurensis** (Tarn.), ♀.
» 18. » » » » **stimpsonii** (Wood.), ♀, nach Pocock.
» 19. » » » » **crucifer** (Poc.), ♀ nach Pocock.
» 20. Fühlergeissel von **Abalius rohdei** n. sp., ♀.
» 21. » » » **samoanus** n. sp., ♀.
» 22. » » **Thelyphonus caudatus** (L.), a) ♂, b) ♀.
» 23. » » » **doriae** Thor. a) ♂, b) ♀, c) von var. **hosei** Poc.
» 24. » » » **linganus** C. L. Koch a) ♂, b) ♀, c) VI. und VII. Glied des ♀ vergr., **Unterseite.**
» 25. **Fühlergeissel** von **Thelyphonus klugii** n. sp., a) ♂, b) ♀, c) VI. und VII. Glied des ♀ vergr., von der Seite.

Tafel II.

» 26. Fühlergeissel von **Thelyphonus borneensis** n. sp., a) ♀, b) VII. und VIII. Glied von unten, c) von der Seite.
» 27. Fühlergeissel von **Thelyphonus celebensis** n. sp. ♀, b) VI. und VII. Glied vergr., von der Seite.
» 28. Fühlergeissel von Thelyphonus **suckii** n. sp., a) ♂, b) ♀.
» 29. » » » **semperi** n. sp., a) ♂, b) ♀.
» 30. » » » **schimkewitschi** (Tarn.), a) ♂, b) ♀.
» 31. » » » **hansenii** n. sp., ♂.

Fig. 32. Fühlergeissel von Thelyphonus asperatus Thor., a) ♂, b) ♀.
» 33. » » » sumatranus n. sp., ♂.
» 34. » » » manilanus C. L. Koch, ♂.
» 35. » » » anthracinus Poc., ♂.
» 36. » » » schnehageni n. sp., ♂.
» 37. Maxillar-Trochanter a) von Thelyphonus manilanus C. L. Koch, ♂, b) von Th. sepiaris Butl., ♂
» 38. Mandibel-Endklaue a) von Mastigoproctus proscorpio (Latr.), b) v. M. giganteus (Luc.).
» 39. Coxalfortsatz der Maxille von oben gesehen von Mastigoproctus proscorpio (Latr.).
» 40. Die 3 basalen Fühlerglieder a) von Mastigoproctus maximus (Tarn.), b) von M. brasilianus (C. Koch).
» 41. Apophyse der Maxillar-Tibia von Uroproctus assamensis (Stol.).
» 42. Coxalfortsatz der Maxille von Labochirus proboscideus (Butl.), ♂.
» 43. Linke Hand und Tibienapophyse von Labochirus proboscideus (Butl.), ♂.
» 44. Maxillar-Tibia von Hypoctonus gastrostictus n. sp., ♀.
» 45. Hand und Tibienapophyse von Hypoctonus woodmasoni (Oates), ♂.
» 46. Apophyse der Maxillar-Tibia von Hypoctonus formosus (Butl.), ♂.
» 47. Hand und Tibienapophyse von Hypoctonus saxatilis (Oates), ♂.
» 48. Maxillar-Tibia mit Apophyse von Hypoctonus andersoni (Oates), ♂, nach Oates.
» 49. Hand von Hypoctonus rangunensis (Oates), ♂
» 50. I. Bauchsegment von Hypoctonus binghami (Oates), ♀.
» 51. I. » » » rangunensis (Oates), ♀.
» 52. I. » » » woodmasoni (Oates), ♀.
» 53. I. » » » formosus (Butl.)., ♀.
» 54. Cephalothorax und Anfang des Abdomens a) von Schizonotus, b) von Tripeltis; von oben.
» 55. Fühlergeissel a) von Schizonotus, b) von Tripeltis.
» 56. Caudalanhang a) von Schizonotus crassicaudatus (Cambr.), b) von Sch. tenuicaudatus (Cambr.).
» 57. Schenkel des IV. Beinpaares von Schizonotus crassicaudatus (Cambr.).
» 58. Maxillar-Trochanter a) von Schizonotus tenuicaudatus (Cambr.), b) von Tripeltis grassii Thor.


patella
Hand
femur
tibia
troch.
coxa


VIII
VII
26.b
26.a
26.c
27.a
VII
VI
27.b
28.a
28.b
29.a
29.b
30.a
30.b
31.
32.a
32.b
33.
34.
35.
36.
37.a
37.b
38.a
38.b
39.
40.a
40.b
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.a
54.b
55.a
55.b
56.a
56.b
57.
58.a
58.b

Der Schwebflug und die Fallbewegung ebener Tafeln in der Luft.

Von

Dr. Fr. Ahlborn

in Hamburg.

(Hierzu 2 Tafeln und 22 Figuren im Text.)

Inhalt.

A. Fallbewegung ebener Tafeln mit centralem Schwerpunkt.

B. Fallbewegung symmetrischer Tafeln mit excentrischem Schwerpunkt.

A. Fallbewegung
ebener Tafeln mit centralem Schwerpunkt.

Wenn man ein Kartenblatt, eine Postkarte oder einen ähnlichen, flächenhaft gestalteten rechteckigen Körper aus schräger Stellung durch die Luft herabfallen lässt, so zeigt sich, dass derselbe nicht in der Stellung, welche er unmittelbar vor Beginn der Fallbewegung hatte, auf senkrechter Bahn herabsinkt, sondern dass er während des Falles eigentümliche Schaukelbewegungen und Rotationen ausführt.

In vielen Fällen sieht man, wie eine anfangs auftretende vor- und zurückschwankende Drehung schon nach einer Oscillation in eine gleichförmige Rotation der Karte übergeht; sehr oft rotieren die Körper von Anfang an während der ganzen Dauer ihrer Fallbewegung.

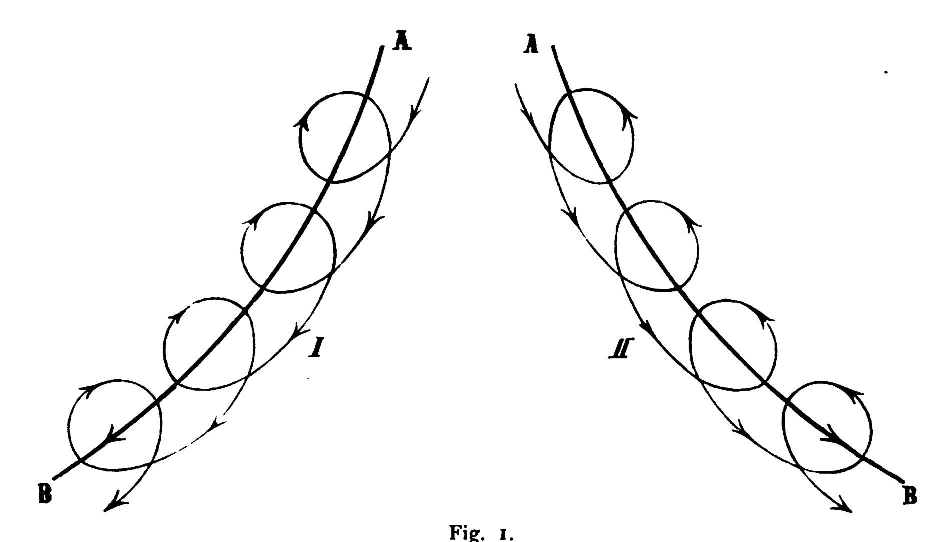


Fig. 1.

Die Fallbahn, das Trajektorium des Schwerpunktes, ist während der Rotation nicht geradlinig, sondern biegt in anscheinend parabolischer Krümmung nach derjenigen Seite ab, nach welcher die Rotation im unteren Bogen gerichtet ist. Die Ablenkung der Bahn geschieht also, wenn das Auge des Beobachters in der Richtung der Rotationsachse sieht, bei rechtsläufiger Drehung nach links, bei linksläufiger Drehung nach rechts hin. (Fig. I.)

Der Leser wolle sich von der Richtigkeit dieser Thatsachen zuvor überzeugen. Eine Postkarte oder ein kleines Blatt Papier ist leicht zur Hand. Man lasse es das eine Mal aus mehr horizontaler, das andere aus mehr vertikaler Stellung fallen, und man wird nach einander die oscillierende und die rotierende Bewegung vor Augen haben.

Auf den ersten Blick könnte man geneigt sein, die Ursache dieser merkwürdigen Bewegungen in den Schwankungen und Wirbelbildungen der Luft zu suchen, wie sie durch die Beobachtung der Sonnenstäubchen oder des Rauches einer Cigarre zu erkennen sind. Allein diese und andere durch Temperaturunterschiede veranlassten Luftbewegungen verlaufen im einzelnen ganz unregelmässig, wie die Diffusionsströmungen und Schlieren in Flüssigkeiten, während die Oscillationen und Rotationen der fallenden Körper durchaus regelmässig und jedenfalls auch in solcher Luft stattfinden, welche durch alle denkbaren Vorkehrungen vor jeder inneren Eigenbewegung möglichst geschützt ist.

Es kann daher als feststehend betrachtet werden, dass die Arbeit dieser Bewegungen der fallenden Körper allein durch die Schwerkraft geleistet wird, ohne aktive Beteiligung der Luft. Da aber die Schwerkraft nur in der vertikalen Richtung wirkt, so muss die Ursache der Rotation in der Form des Luftwiderstandes liegen. Die Oscillation und Rotation kann a priori nur dadurch zustande kommen, dass der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes nicht mit dem Angriffspunkte der Resultante der Schwerkraft, d. h. dem Schwerpunkte, zusammenfällt. Denn andernfalls würde der Luftwiderstand nur einfach verzögernd auf die im übrigen geradlinige Fallbewegung einwirken können.

Dieser letztere Fall tritt dann ein, wenn nicht nur die Masse des fallenden Körpers, sondern auch der Widerstand der Luft symmetrisch um die durch den Schwerpunkt gehende Vertikale angeordnet ist. So beim vertikalen Fall einer Kugel, eines Fallschirmes oder eines Kartenblattes in genau horizontaler oder vertikaler Lage, d. h., wenn seine Blattflächen genau horizontal oder vertikal stehen. Bei geringen Fallhöhen haben die Ungleichförmigkeiten der Luft keinen merklichen Einfluss auf den Gang der Fallbewegung. Bei grösseren Fallhöhen dagegen wird in Folge von Ungleichförmigkeiten der Luft und des Fallkörpers oder weil von Anfang an das Kartenblatt nicht genau die angegebene Lage inne hatte, nach einiger Zeit des Fallens diese Lage sichtbar gestört sein, was dann einen Uebergang der geradlinigen Fallbewegung in eine schaukelnde und drehende herbeiführt.

Auch ein stabil belasteter Fallschirm, ein Luftballon, kann in freier Luft unregelmässige Erscheinungen in der Fallbewegung zeigen. Jeder Wind bewirkt, seiner Stärke entsprechend, eine seitliche Ablenkung der Falllinie von der vertikalen Richtung. Jeder Windstoss verursacht ein gewisses Schwanken, da der voluminöse Ballon oder der Fallschirm leicht die Geschwindigkeit des Stosses aufnimmt, während die grössere, kompakte Masse der Gondel dagegen zurückbleibt, um alsbald wie ein Pendel unter Schwingungen wieder in die Lage unter dem Aufhängepunkte zurückzukehren. In den Berichten über Luftballonfahrten sind viele ähnliche Erscheinungen mitgeteilt worden, die alle auf Wirbel und andere Unregelmässigkeiten in der Struktur des Windes zurückzuführen sind. Derartigen

zufälligen Störungen der Fallbewegung stehen nun die eingangs geschilderten durchaus regelmässig auftretenden Oscillationen und Rotationen gegenüber, die ihre Ursache in gesetzmässigen Eigenschaften des Luftwiderstandes haben, nämlich in der regelmässigen Verschiebung des Druckmittelpunktes, (d. h. Angriffspunktes der Resultante des Luftwiderstandes) bei geneigter Lage der Widerstandsflächen.

Nach den hydrodynamischen Beobachtungen *Avanzini*'s*), die in ihrer allgemeinen Form — wie aus zahlreichen aerodynamischen Versuchen hervorgeht, auch für die Verhältnisse des Luftwiderstandes Gültigkeit haben, ist der Luftwiderstand nur dann auf eine Fläche gleichmässig verteilt, wenn dieselbe genau senkrecht zur Windrichtung steht, nur dann fällt der Druckmittelpunkt mit dem Schwerpunkte der Fläche zusammen.

Sobald dagegen die getroffene Fläche gegen die Bewegungsrichtung**) geneigt ist, wird der Druckmittelpunkt gegen den voraufgehenden Rand der Fläche verschoben, und er entfernt sich dabei um so weiter vom Flächenmittelpunkte, je weiter die Fläche sich von der Stellung normal zur Bewegungsrichtung entfernt oder je kleiner der Neigungswinkel der Fläche gegen die Stromrichtung ist, und je geringer die Windstärke ist.

---

*) *Avanzini* hat folgende Versuche angestellt. (Istituto nationale italiano, tomo I., parte I, citiert nach Duchemin, Experimentaluntersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten. Deutsch von Schnuse. Braunschweig 1844. S. 108).

»Eine rechteckige Platte a b, durch welche quer eine Achse ging, die sucessive in verschiedene Punkte der halben Länge c b gebracht wurde und um welche sie sich frei drehen konnte, wurde nach der horizontalen Richtung c d in ruhendem Wasser durch eine constante, an der Achse e angebrachte Kraft in Bewegung gesetzt. Nach den Schwingungen, welche in den ersten Augenblicken der Bewegung stattfanden, stellte sich das Gleichgewicht zwischen dem Gewichte der Platte und dem Widerstande der Flüssigkeit her, sodass sich diese Platte alsdann unter einem Einfallswinkel b c d, welcher von der Entfernung c e zwischen dem Mittelpunkte der Figur und der Achse abhing, fixierte. Einige der Folgerungen, welche sich aus diesen Versuchen ergeben, wollen wir hier anführen:

1. wenn sich die Achse e im Mittelpunkte c befand, so war der Einfallswinkel b c d ein rechter. Wenn also der Stoss ein direkter ist, so liegt der Impressions- oder Widerstandsmittelpunkt im Mittelpunkte der Figur der ebenen Fläche;
2. wenn die Achse e zwischen c und b lag, so war der Einfallswinkel b c d immer spitz, und zwar desto spitzer, je grösser das Intervall c e war. Bei dem schiefen Stosse rückt also der Widerstandsmittelpunkt gegen die in der Richtung der Bewegung am meisten vorgerückte Seite der Platte fort und zwar um so mehr, je spitzer der Einfallswinkel ist;
3. wenn das Intervall c e konstant ist, so wird der Einfallswinkel b c d desto spitzer, je grösser die Geschwindigkeit ist. Hieraus folgt, dass sich die Achse bei derselben Schiefe des Stosses dem Mittelpunkte der Figur der Platte desto mehr nähert, je grösser die Geschwindigkeit ist;
4. wenn man die Dimensionen der Platte sich ändern lässt, ohne weder die Geschwindigkeit noch das Intervall c e zu ändern, so beachtet man, dass der Winkel b c d mit der Zunahme der Länge a b grösser wird und dass das Gegenteil stattfindet, wenn die Breite der Platte vergrössert wird. Hieraus folgt, dass sich der Widerstandsmittelpunkt dem Mittelpunkte der Figur desto mehr nähert, je länger und je schmäler die Platte ist.« (Das »länger« bezieht sich hier offenbar auf die Erstreckung der Platte in der Richtung ihres Vorderrandes und nicht auf das oben als »Länge« bezeichnete Profil ab).

**) genauer: Richtung des relativen Gegenwindes.

Zur Bestimmung der Grösse der Verschiebung des Druckmittelpunktes hat Lord *Rayleigh* *) auf Grund der mit ebenen quadratischen Flächen angestellten Versuche die folgende empirische Formel aufgestellt:

$$x = \frac{3 \cdot \cos \alpha}{4\,(4 + \pi \cdot \sin \alpha)} \cdot b$$

Hierbei bedeutet x den Abstand des Druckpunktes vom Flächenmittelpunkte, wenn α der Neigungswinkel der Fläche, und b die Länge der Quadratseite der Fläche ist. Bei kleinen Neigungswinkeln rückt hiernach der Druckmittelpunkt nach und nach bis auf $\frac{3}{16}$ b gegen den vorderen Flächenrand vor**). Der Einfluss der ungleichen Windstärke ist in dieser Formel mangels geeigneter Messungen nicht mit berücksichtigt.

Für anders gestaltete, nichtquadratische Flächen lässt sich zwar die Verschiebung des Druckmittelpunktes einstweilen noch nicht durch eine bestimmte Formel ausdrücken, weil es an geeigneten, systematischen Untersuchungen über diesen Gegenstand fehlt; allein thatsächlich findet jedesmal, wie immer auch die Fläche gestaltet sei, eine Verschiebung des Druckmittelpunktes statt, sobald nur der Luftwiderstand irgend wie schräg zur Fläche gerichtet ist: der Druckmittelpunkt wird immer vom Schwerpunkte aus gegen denjenigen Rand der Fläche vorgeschoben, welcher auf der Seite des positiven Luftwiderstandes am weitesten voraus liegt.

Diese Thatsache genügt zu einer befriedigenden Erklärung der in Frage stehenden Oscillationen und Rotationen fallender Körper. Es sei A B (Fig. 2) der Querschnitt eines rechteckigen steifen Kartenblattes, welches unter einem Winkel α gegen die Vertikale geneigt ist und in dieser Stellung in ruhiger Luft der Einwirkung der Schwerkraft ausgesetzt wird. Die Schwerkraft kann dann als im Schwerpunkt S angreifend gedacht werden, und das Gewicht p mit welchem die materielle Fläche A B auf die Luft drückt, lässt sich in eine Normalkomponente q und eine parallel zur Fläche gerichtete Komponente r zerlegen.

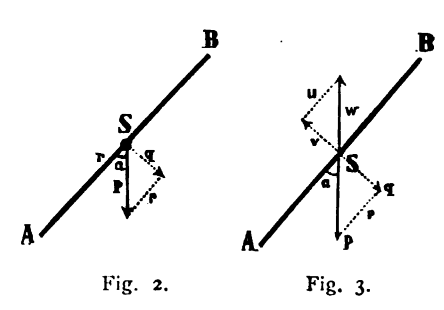


Fig. 2. Fig. 3.

Der Komponente r steht bei freier Fallbewegung nur der sehr geringe und füglich zu vernachlässigende Stirnwiderstand entgegen, den die Luft bei A gegen die sehr schmale Randfläche des Kartenblattes ausübt; gegen die Komponente q dagegen wirkt der ganze auf die Breitseite A B des Blattes gerichtete Luftwiderstand.

W ä r e n u n d e r L u f t w i d e r s t a n d s y m m e t r i s c h ü b e r d i e F l ä c h e A B v e r t e i l t, hätten alle gleich weit vom Schwerpunkte S entfernten Flächenelemente gleich starken Widerstand zu erleiden, so liesse er sich zu einer im Flächenmittelpunkte S (Fig 3) angreifenden Resultante w vereinigen, deren eine, normal zur Fläche gerichtete Komponente v

*) Philosophical Magazin 1876, p. 430—441.

**) Eine klare und eingehende Darstellung dieses Verhaltens giebt *Edm. Gerlach* in einem Vortrage: Ableitung gewisser Bewegungsformen geworfener Scheiben aus dem Luftwiderstandsgesetze. Z. f. Luftschiffahrt und Phys. d. Atmosph. V. Jahrg. 1886. S. 67 ff u. Fig. 22.

der Schwerkraftkomponente q entgegengesetzt gerichtet wäre, während die andere, parallel zur Fläche gerichtete Komponente u ohne nennenswerten Einfluss auf die Bewegung des fallenden Körpers bliebe. Der Widerstand der Luft nimmt mit dem Quadrat der Fallgeschwindigkeit zu, und wirkt somit zunehmend verzögernd auf die Fallbewegung ein. Diese verläuft demgemäss in der Luft mit anderen Geschwindigkeiten, als die für den luftleeren Raum gültigen Fallgesetze angeben. Sobald unter der obigen Annahme der Luftwiderstand in Folge der Zunahme der Fallgeschwindigkeit so gross geworden wäre, dass seine Komponente v gleich der Normalkomponente q der Schwerkraft geworden sei, würde die Fallbewegung in der Richtung von q keine weitere Beschleunigung erfahren, sondern gleichförmig mit der bis dahin erlangten Geschwindigkeit fortschreiten. In der Richtung ihrer Komponente r dagegen würde die Schwerkraft noch weiter beschleunigend auf die Fallbewegung einwirken, weil hier, wie bemerkt, kein nennenswerter Widerstand der Bewegung entgegengesetzt wird. Anders ausgedrückt: die Fallbewegung des Kartenblattes würde sich dann zusammensetzen aus einer gleichförmigen Parallelverschiebung in der Richtung senkrecht zu A B und aus einer gleichförmig beschleunigten, gleitenden Bewegung in der Richtung B A. Der Schwerpunkt S würde sich daher auf einer parabolischen Bahn F L (Fig. 4) bewegen, welche sich theoretisch (bei Vernachlässigung des Stirnwiderstandes), asymptotisch der Richtung von B A nähert.

Fig. 4.

T h a t s ä c h l i c h ist aber der Luftwiderstand nicht, wie oben angenommen, gleichmässig über die Fläche A B verteilt, sondern er ist auf der vorderen Hälfte S A der Fläche stärker, als auf der hinteren Hälfte S B. Der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes fällt daher auch nicht mit dem Schwerpunkt S zusammen, sondern ist nach der *Avanzini*'schen Regel gegen den Vorderrand A verschoben, etwa bis zu dem Punkte P (Fig. 5). Die beiden Normalkomponenten q (der Schwerkraft) und v (des Luftwiderstandes) haben also in Wirklichkeit zwei verschiedene Angriffspunkte, sie bilden ein Kräftepaar, welches den zweiarmigen Hebel S P um eine freie Achse zu drehen strebt. Aber die beiden Kraftkomponenten v und q sind — abgesehen von ihren verschiedenen Angriffs-

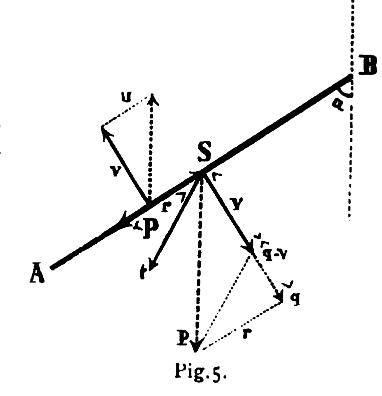


Fig. 5.

punkten und der entgegengesetzten Richtung — auch ihrem absoluten Betrage nach zunächst nicht als gleich zu betrachten. Über das Grössenverhältnis mögen die folgenden einfachen Betrachtungen Aufschluss geben.

In jedem Moment der Fallbewegung, in welchem die Tafel A B den Winkel α gegen die Vertikale bildet, hat auch die Normalkomponente q der Schwerkraft denselben Wert. Dies ist auch im Anfangsmoment der Bewegung der Fall, wenn die Widerstandskomponente v erst im Entstehen begriffen ist. Wird die Lage A B der Tafel in einem späteren Moment der Fallbewegung erreicht oder wieder eingenommen, so ist v grösser als im Anfang, da nun schon eine gewisse Fallgeschwindigkeit vorhanden ist, von der ja die Grösse des Luftwiderstandes so wesentlich abhängt. Setzt man für den Grenzfall im Anfang $v = 0$, so hat in diesem Moment die Bewegung der Tafel nur die Tendenz einer Parallelverschiebung im Sinne von q. Umgekehrt würde eine Parallelverschiebung im Sinne von v erfolgen müssen, wenn $v > 0$ wäre, und $q = 0$ sein könnte. Für den Fall, dass $q = v > 0$ ist, kann auch weder nach der Seite von q, noch nach der Seite von v eine Parallelverschiebung der Tafel stattfinden, beide Kräfte haben als einfaches Kräftepaar nur eine rotierende, aber keine translatorische Wirkung. Ist endlich $q > v$ und $v > 0$, so wirkt die Kraft v in Gemeinschaft mit einem ihr gleichen Teilbetrage von q als Kräftepaar drehend auf die Tafel, während der Rest von q, also die Kraft $(q - v)$ gleichzeitig die rotierende Masse der Tafel im Sinne einer translatorischen Verschiebung nach der Seite von q beeinflusst. Da ausser der translatorischen Kraft $(q - v)$ auch noch die Parallelkomponente r der Schwerkraft auf die Masse der Tafel einwirkt, so lassen sich diese beiden translatorischen Kräfte durch eine im Schwerpunkte eingreifende Resultante $t = [(q - v) + r]$ ersetzen. Die Masse der Tafel hat also in dem Moment ihrer Fallbewegung, in welchem die hier gestellten Bedingungen erfüllt sind, 1. die Tendenz einer Rotation und 2. einer gradlinigen translatorischen Bewegung, die im Sinne der Resultante t nach der Seite des Flächenrandes A von der vertikalen Richtung abweicht.

Je mehr sich mit zunehmender Fallgeschwindigkeit die Komponente v dem absoluten Betrage von q nähert, desto geringer wird der translatorisch wirkende Rest $(q-v)$, welcher mit r zusammen die Resultante t liefert, und desto mehr geht daher diese Resultante in die Richtung von r oder B A über. Es wird daher auch, so lange die Fallgeschwindigkeit noch im Zunehmen begriffen ist, die translatorische Tendenz der Tafel in allen der Stellung A B entsprechenden Momenten mehr und mehr nach der Seite von A abweichen, bis die Fallgeschwindigkeit konstant geworden ist. Von diesem Zeitpunkte ab muss auch die translatorische Bewegung der Tafel A B nach Grösse und Richtung konstant bleiben.

Mit der Zunahme der Fallgeschwindigkeit wird auch die Lage des Punktes P, so oft die Tafel bei ihrer Rotation die Stellung A B wieder erlangt hat, verändert. Denn nach der *Avanzini*'schen Regel wird der Angriffspunkt P des Luftwiderstandes um so weiter gegen den vorderen Tafelrand (A) verschoben, je geringer die Fallgeschwindigkeit ist. Er liegt daher zum Beginn der Fallbewegung in grösserer Entfernung von S als später.

Wir haben bisher nur die Gruppierung der Kräfte am fallenden Kartenblatt in's Auge gefasst, wie sie sich in den Momenten der Fallbewegung darstellten, wo die Tafel unter dem Winkel α gegen die Vertikalrichtung geneigt ist. Dieselbe Anordnung liegt jedoch im wesentlichen bei allen spitzen Winkeln vor, nur mit dem einen Unterschiede, dass bei kleineren Winkeln (Fig. 6. I) die Parallelkomponenten r und u der beiden Hauptkräfte, sowie die translatorische Resultante t grösser sind, während bei grösseren Neigungswinkeln (Fig. 6. II) die Normalkomponenten (q und v) vorherrschen und die Resultante t zurücktritt. Das Drehungsmoment des Kräftepaares v · P S kann hiernach bei kleinen Neigungswinkeln geringer sein, als bei grösseren, allein es bleibt zu berücksichtigen, dass nach der *Avanzini*'schen Regel bei kleinen Winkeln P weiter von S entfernt liegt, als bei grösseren Winkeln, und dass daher das kleinere Kräftepaar einen längeren Arm P S hat, als das grössere.

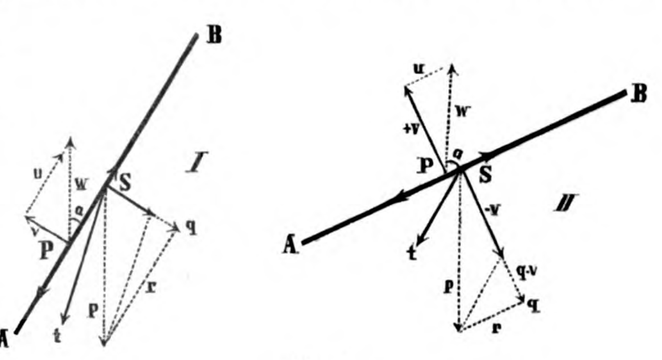


Fig. 6.

In dem Grenzfall, dass der Neigungswinkel $\alpha = 0$ ist, dass also die Schwerkraftrichtung in die Ebene der fallenden Tafel fällt, ist der nur als Stirnwiderstand und seitliche Flächenreibung auftretende Luftwiderstand minimal, und da er der Schwere genau entgegengesetzt gerichtet ist, so kann er auch nur schwach verzögerud, aber nicht im Sinne einer Drehung einwirken. Auch die Schwerkraft kommt in diesem Falle in vollem Umfange im Sinne der geradlinigen Fallbewegung zur Wirkung, ohne einen neuen Beitrag für die Rotation zu liefern. Würde man in absolut ruhiger Luft einen scheibenförmigen Körper in der hier betrachteten Stellung herabfallen lassen, so würde derselbe eine grössere Fallgeschwindigkeit erlangen, als in irgend einer anderen geneigten Lage; die Geschwindigkeit würde auch hier zunehmen, bis die genannten Stirn- und Reibungswiderstände gleich dem Gewicht der Scheibe wären, von da ab würde die Geschwindigkeit auf der senkrechten Falllinie eine gleichförmige sein.

Analog ist die Anordnung der Kräfte und deren Wirkung in dem anderen Grenzfall, dass der Neigungswinkel α der fallenden Tafel gleich R ist, oder dass die Tafel senkrecht zur Schwerkraftrichtung steht. In diesem Falle ist der Luftwiderstand maximal, (aber anfangs kleiner, später höchstens gleich dem Gewicht) sein Angriffspunkt fällt mit dem Angriffspunkt S der Schwere zusammen, die Fallbewegung erfährt die maximale Hemmung, und das bei spitzen Winkeln stets vorhandene Drehungsmoment, das mit dem Grösserwerden der Winkel kleiner und kleiner geworden ist, ist jetzt völlig $= 0$ geworden. — Ein homogener scheibenförmiger, oder sonstwie gestalteter Körper von regelmässigem Umfang wird, wenn man ihn in dieser Stellung in ruhender Luft fallen lässt, schon nach

kurzer Fallzeit eine gleichförmige Geschwindigkeit annehmen, und diese Geschwindigkeit ist geringer, als die, welche er in irgend einer anderen konstanten Fallstellung erreichen würde.

Hat die fallende Tafel eine Mittelstellung zwischen den beiden eben besprochenen Grenzfällen eingenommen, ist z. B. ihr Neigungswinkel $\alpha = 45^0$, so ist anzunehmen, dass auch der verzögernde Einfluss des Luftwiderstandes einen mittleren Wert haben wird, dass dagegen die Grösse des Drehungsmomentes jetzt ihr Maximum erreicht hat, weil dies Moment bei $\alpha = 0$ und $\alpha = 90^0$ gleich Null ist.*

Nach diesen analytischen Betrachtungen ist der Verlauf der Fallbewegung einer Tafel, welche während der Bewegung eine Drehung vom Neigungswinkel $\alpha = 0^0$ bis $\alpha = 90^0$ erfährt, mit hinreichender Klarheit zu übersehen. Die Fallbewegung wird während der Drehung zunehmend gehemmt. Die Drehung erfolgt in ihrer ersten Hälfte mit zunehmender, in ihrer zweiten Hälfte mit abnehmender Beschleunigung. Ebenso ist auch der seitliche Antrieb, welcher den Körper von der Lotlinie nach der Seite des tiefer liegenden Flächenrandes A ablenkt, in der ersten Hälfte dieser Drehung ein zunehmender, in der zweiten ein abnehmender.

Infolge der seitlichen Ablenkung der fallenden Tafel ist das Drehungsmoment noch nicht gleich Null, wenn dieselbe die horizontale Stellung (Fig. 7 III) erreicht hat, denn sie erfährt auch jetzt noch keinen normalen, sondern aus der Richtung der schrägen Fallbahn einen seitlichen Widerstand, und der Angriffspunkt P des Luftwiderstandes liegt noch immer vor dem Schwerpunkt, solange bis endlich die Richtung der translatorischen Bewegung, die den Luftwiderstand bestimmt, normal zur Fläche steht. Inzwischen hat die Schwerkraft bereits von dem Augenblick ab, wo die Tafel die horizontale Lage überschritten hatte (Fig. 7 IV), eine negative Komponente r erhalten, welche in Verbindung mit dem Teilbetrage (q—v), der nicht beim Kräftepaar beteiligt ist, eine nach rechts unten gehende Resultante A ergiebt. Diese wirkt zunächst verzögernd auf die vorhandene Seitenbewegung der Tafel ein.

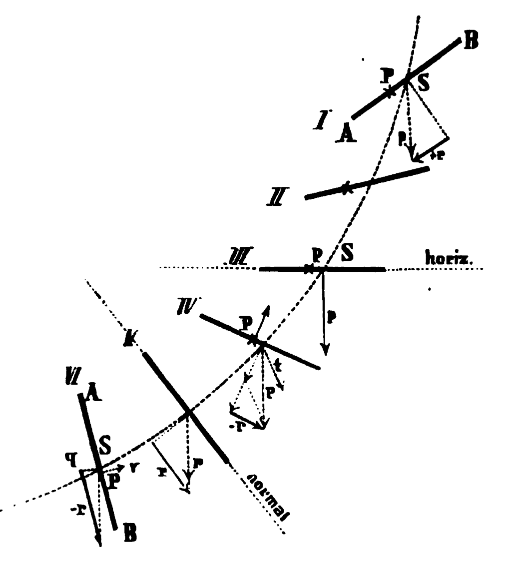


Fig. 7.

Für den weiteren Verlauf der Bewegung ist das Trägheitsmoment und die kinetische Energie der fallenden Tafel von entscheidender Bedeutung. Wenn auch die Tafel schon normal zur Fallbahn gedreht ist (Fig. 7 V), sodass der gesamte Luftwiderstand senkrecht zur Fläche gerichtet ist und im Schwerpunkte angreift, so hört doch die Rotation der Masse in diesem Moment nicht auf; eben so wenig wie vom Augenblicke der horizontalen

*) Nach Gerlach's Fig. 22 (l. c.) würde das Maximum des Drehungsmomentes etwa bei $a = 35^0$ liegen.

Stellung ab, die links seitwärts gerichtete translatorische Bewegung über einen Rückkehrpunkt in eine rechts seitwärts gerichtete Fallbewegung übergeht: beide Bewegungen setzen sich vielmehr, wie die Bewegung eines Schwungrades nach Aufhören des Antriebes, noch weiter fort, bis sie nach und nach innerhalb einer gewissen Zeit durch die entgegenwirkenden Kräfte gehemmt, aufgehoben und in die umgekehrte Richtung übergeführt worden sind.

Während somit die Gegenwirkung gegen die vorhandene linksseitige translatorische Ablenkung bereits einsetzt, sobald die fallende Tafel die horizontale Lage III überschritten hat, stellt sich die der Drehung der Tafel entgegengerichtete Kraft erst von dem Moment ab ein, wo die Tafel über die normal zur Richtung des Trajectoriums, des Gegenwindes, orientierte Lage V hinausgedreht ist. Der Angriffspunkt P des Luftwiderstandes entfernt sich alsdann vom Schwerpunkte in der Richtung nach dem Tafelrande B. Die Normalkomponenten q und v der Schwere und des Widerstandes bilden aufs neue ein Kräftepaar, welches die noch vorhandene rechtsläufige Drehung in eine linksläufige umzuwandeln strebt.

Es hängt nun alles davon ab, ob die Wirkung des neuen Kräftepaares stark genug ist, die vorhandene Drehung der materiellen Tafel völlig zum Stillstand zu bringen und umzukehren, bevor die Drehung die vertikale Ebene erreicht hat; denn in dem Augenblick, wo der Rand B der Tafel links von der Vertikalen erscheint, hat das hemmende Kräftepaar aufgehört, und es entsteht ein neues, welches wiederum nach rechts dreht und somit der noch vorhandenen anfänglichen Drehung neuen Antrieb giebt.

Die Bedingungen, unter denen die Umkehrung der Rotation und der translatorischen Bewegung möglich ist, lassen sich leicht erkennen. In erster Linie kommt es darauf an, wie weit die Tafel schon über die horizontale Lage gedreht ist, wenn sie rechtwinklig zu ihrer schrägen Falllinie und normal zur Richtung des Luftwiderstandes orientiert ist, denn in diesem Moment hört ja erst die Wirkung des ersten Kräftepaares auf. Die Fig. 8 stellt zwei verschiedene Fälle dar, aus denen die Bedeutung dieses Umstandes erhellt. Im ersten Falle liegt die Normalstellung der Tafel nahe an der Lotlinie, im zweiten liegt sie näher an der Horizontalen.

Im ersten Falle braucht die erste Rotation mit dem vorhandenen Schwunge nur noch um wenige Grade fortzuschreiten, und der Tafelrand B wird, ohne dass die erste Rotation völlig zum Stillstand gekommen ist, jenseits (links) von der Lotebene erscheinen. Die Rotation wird dann in demselben anfänglichen Sinne fortgesetzt werden.

Im zweiten Falle dagegen ist die Tafel noch weit von der Vertikalebene entfernt, wenn bereits das erste Kräftepaar seine Wirkung einstellt und das zweite, entgegengesetzt drehend, seine hemmende Wirkung beginnt. Offenbar ist jetzt die Möglichkeit eine viel grössere, dass das zweite Paar die erste Drehung zum Stillstand bringt und dafür eine rückläufige Rotation einleitet.

Von der Trägheit der drehenden Masse, oder von der Grösse der Masse und der Rotationsgeschwindigkeit hängt es dann auch ab, ob die Umkehrung der Drehung durch das zweite Kräftepaar gelingt.

Bei gleicher Masse zweier rotierender Tafeln kommt es also auf die Rotationsgeschwindigkeit an. Diese wieder ist von der Grösse des Luftwiderstandes, und der Luftwiderstand von der Fallgeschwindigkeit abhängig. Je länger also die Tafel gefallen ist, bis sie in die Stellung normal zum Luftwiderstande gelangt, desto grösser wird ihre Rotationsgeschwindigkeit sein, und desto leichter wird sich auch die Rotation ohne völlige Umkehr fortsetzen. Dagegen wird eine Tafel, welche schon nach kurzer Fallzeit durch geringen Widerstand der Luft langsam in die Normalstellung gedreht ist, um so leichter durch das zweite, dann auftretende Kräftepaar in ihrer Rotation gehemmt und nach der entgegengesetzten Richtung gedreht werden können.

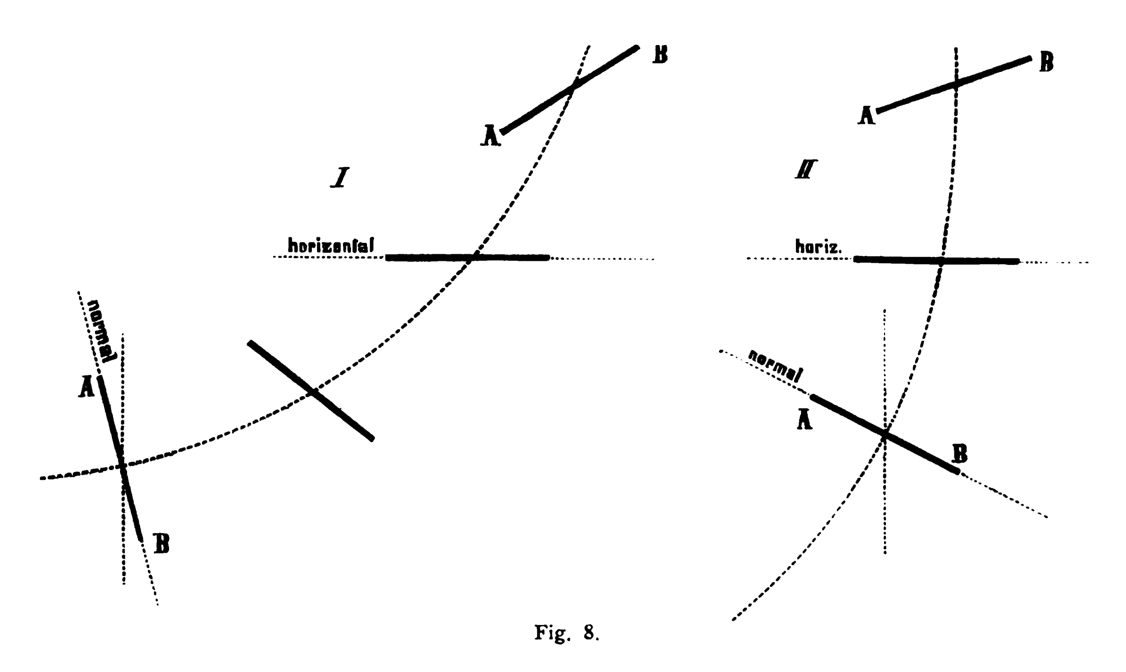


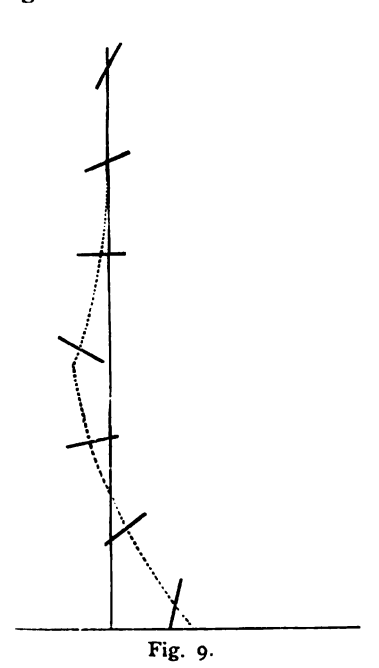
Fig. 8.

Es kommt noch hinzu, dass bei grösserer Fallgeschwindigkeit und demgemäss grösserem Luftwiderstande aus den oben eingehender geschilderten Gründen auch die Fall-Linie weiter und weiter von der Vertikalen abgelenkt wird, sodass dann die Tafel leichter die in Fig. 8. I angegebene Normalstellung erreicht, während bei geringerem Luftwiderstande die Ablenkung des Trajektoriums geringer, und aus diesem Grunde auch die Möglichkeit der Fortsetzung der ersten Rotation geringer ist.

Man hat es nun offenbar in der Hand, bei jeder Tafel die Zeit vom Beginn der Fallbewegung bis zum Eintritt der ersten Normalstellung beliebig abzukürzen, wenn man nur statt des z. B. in Figur 8. I gezeichneten ersten Fallstudiums das von Fig. 8. II in den Anfang stellt, in welchem sich die Lage der Tafel mehr der horizontalen Ebene nähert, wenn man also den anfänglichen Neigungswinkel der Tafel gegen die Lotlinie entsprechend vergrössert. Der Versuch zeigt, dass in der That die Fallbewegung so

verläuft, wie wir vorausgesehen haben, nämlich unter seitlicher Oscillation mit jedesmaliger Umkehr der Drehungen bei den Rückkehrpunkten des Trajectoriums. Genau auch, wie vorausgesehen, verläuft die Bewegung auf einseitig gekrümmter Fallbahn mit kontinuierlichen Rotationen, wenn der anfängliche Neigungswinkel der Tafel genügend klein genommen wird.

Ist die Masse zweier ähnlich gestalteter Tafeln verschieden, z. B. bei einer Papptafel und einer gleich grossen Schiefer- oder Metalltafel, so wird die leichtere Tafel bei geringerer Fallgeschwindigkeit die kritische Normalstellung früher als die schwerere erreichen, weil hier schon ein geringer Luftwiderstand genügt, um die geringere Masse in Rotation zu versetzen. Wegen des kleineren Gewichts ist hier auch die Normalkomponente der Schwere kleiner, als bei der schwereren Tafel, daher ist auch der nicht mit im Kräftepaar betheiligte Rest dieser Komponente, der mit der Parallelkomponente der Schwere zusammen die translatorische Resultante bildet, in diesem Fall geringer, als bei der schweren Tafel und diese Resultante nähert sich somit auch um so mehr der parallelen, abgleitenden Richtung, die seitliche Ablenkung der leichteren Tafel wird also eine grössere sein, als die der schweren Tafel. Die Folge davon ist, dass die leichtere Tafel, wenn sie die Normalstellung zum Trajektorium erreicht hat, näher an die Lotlinie gelangt ist (Fig. 8 I), als die schwerere (Fig. 8 II); sie wird also auch leichter in kontinuierliche Rotation versetzt werden, als die schwerere Tafel, die auf einer weniger stark abweichenden Bahn herabsinkt und dafür weit eher in abwechselnd rechts und links rotierende Oscillationen übergeht.


Fig. 9.

Die leicht und ohne besondere Sorgfalt anzustellenden Versuche bestätigen in überraschender Weise die Richtigkeit dieser Schlussfolgerungen. Eine Postkarte und ein gleichgeformtes Stück Pappe von 1 mm Stärke wurden getrennt von einander aus einer Anfangsstellung von $\alpha = 30^0$ Neigung die Lotlinie und aus einer Höhe von 1,50 m frei fallen gelassen. Das Gewicht der Postkarte betrug 2,8 gr, das der Papptafel 10,25 gr. Die Fallzeit bis zur Berührung mit dem Boden betrug bei der Postkarte ca. 2 sec, bei der Papptafel ca. 1 sec.

Den Verlauf der Bewegung veranschaulicht die vorstehende Abbildung. (Fig. 9.)

Die Papptafel oscillierte mit rechtsläufiger Drehung nach links, ihre Fallbahn erreichte etwa in halber Höhe einen Rückkehrpunkt, der bei handbreit (10 cm) links von der Lotlinie liegen mochte; unterhalb dieses Rückkehrpunktes kehrte das Trajektorium nach rechts um, die Drehung der Tafel wurde linksläufig, die Tafel schlug etwa 20 cm rechts von der Lotlinie auf den Boden. Geringe Abänderungen des Versuchs zeigten,

dass nahe am Boden der erste Umdrehungspunkt, d. h. Tangentialstellung der Tafel, liegen musste, denn die Tafel stiess nahezu senkrecht auf den Boden und fiel bald mit der einen, bald mit der andern Seite auf. Bei grösserer Fallhöhe würde also nun die Bewegung eine gleichmässig rotierende geblieben sein, und die Fallbahn würde auch fernerhin (ohne Rückkehr) nach rechts fortgeschritten sein.

Die Postkarte wurde aus einer Höhe von 1,50 m unter einem Neigungswinkel $\alpha = 30^0$ (Fig. 1 Taf. I) gegen die Lotlinie fallen gelassen und bewegte sich unter rechtsläufiger Rotation schräg abwärts nach links. Die Stelle, wo die Karte den Boden berührte, lag 1,25 m seitwärts von dem durch den Anfangspunkt F gehenden Lot. Die Gestalt der Fallbahn FL wurde durch mehrfache Beobachtung von einer horizontal und vertikal liniirten Wand festgestellt. Sie ist, einem Hyperbelast ähnlich, im oberen Teile schwach gekrümmt und geht schon vor Beginn der Mitte in eine gerade Linie über.

Die Karte gelangt während der rotierenden Fallbewegung sieben mal in die Normalstellung zur Bahn (n_1 bis n_7 Fig. 1 Taf. I), sechs mal in die tangentiale Lage (t_1 bis t_6) und gleitet unmittelbar vor der 7. Tangentialstellung auf den Boden. Zwischen je zwei aufeinander folgenden Tangential- oder Normalstellungen dreht sich die Tafel um 180^0, sie erfährt daher zwischen n_1 und n_7 drei volle Umdrehungen.

Die Fesstellung dieser Thatsachen erfordert bei der grossen Geschwindigkeit, mit welcher die Fall- und Rotationsbewegung von statten geht, einige Uebung im Beobachten, allein mit etwas Ausdauer gelangt man bald zu befriedigenden Ergebnissen. Zunächst zählt man, wie oft die farbige Freimarke der Karte auf der Oberseite erscheint. Diese Zahl giebt die Anzahl der vollen Umdrehungen. Indem man nun den Versuch immer genau an derselben Stelle der Wand wiederholt, kann man nach und nach den Ort der ersten Normalstellung, der ersten Tangentialstellung etc. ermitteln; man darf nur nicht versuchen, die ganze Bewegung mit dem Auge verfolgen zu wollen, das wäre vergeblich, sondern man richtet das Auge fest auf einen bestimmten Punkt der Fallbahn und wartet das Vorübergehen der Karte über den beschränkten Teil des Gesichtsfeldes ab. So macht man gleichsam Momentaufnahmen mit dem Auge, die in graphischer Zusammenstellung ein vollständiges Bild des Verlaufs der Fallbewegung ergeben.

Noch zuverlässiger und ohne grosse Uebung im Beobachten der Bewegung lassen sich die Fallbahnen ermitteln, wenn man die Tafeln erst aus geringer Höhe fallen lässt (auf den Tisch) und zusieht, welche Stellung dieselben in dem Augenblick des Auftreffens auf den Boden einnehmen. Steigert man dann in den aufeinander folgenden Versuchen nach und nach die Fallhöhe, so erhält man jeden wünschenswerten Einblick in den Verlauf der Fallbewegung und kann durch Abmessen und Aufzeichnen der Entfernung des Berührungspunktes am Boden vom Fusspunkte des Anfangslotes die Trajektorien entwickeln.

Nach Ablauf der ersten vollen Umdrehung, also gleich hinter der zweiten Tangentialstellung, wird die Flugbahn geradlinig und die Bewegung des Schwerpunktes gleichförmig. Die Lage der ferneren Tangential- und Normalstellungen lässt sich daher graphisch durch Einteilung des Restes der Bahn in eine den Umdrehungen entsprechende Anzahl gleicher

Teilstrecken bestimmen, nachdem zuvor noch die Stellung der Karte bei der Berührung mit dem Boden ermittelt wurde.

Es kommt nun darauf an, die cykloidischen Trajektorien zu bestimmen, auf denen sich der vordere und hintere Rand der Karte während des Falles bewegen. Der erste Eindruck, den die Bewegung auf den Beschauer macht, ist, dass die Kartenränder cykloidische Schleifenlinien beschreiben. Allein man überzeugt sich leicht, dass die hier allein aktiv wirksame Schwerkraft keine Schleifenbildung zulässt, da diese nur durch eine periodisch aufwärts gerichtete Bewegung bestimmter Areale der materiellen Karte zustande kommen könnte. Man erhält die Trajektorien durch Eintragen der Kartenprofile an den Punkten n und t der Fallbahn F L und durch geeignete krummlinige Verbindung der aufeinander folgenden Punkte A resp. B. Die Kurven (A . . A) und (B . . B) müssen offenbar so beschaffen sein, dass sich durch jeden Punkt der Fallbahn F L eine Strecke von der Länge des Kartenprofils A B legen lässt, deren Halbierungspunkt mit dem betreffenden Punkte von F L zusammenfällt, und deren Endpunkte auf den Kurven liegen. Die Zeichnung (Fig. I. Taf. I.) ergiebt Cykloiden von der Form derjenigen, welche ein in der Nähe des Halbierungspunktes des Radius ($r = 8,28$ cm) liegender Punkt eines auf fester Unterlage rollenden Kreises beschreibt.

Vergrössert man den Neigungswinkel der Postkarte gegen die Vertikale auf etwa das Doppelte, also auf etwa 60^0, so beschreibt sie im Fallen eine Bahn (Fig. 2, Taf. I) mit einem Rückkehrpunkte (Rp) links, um dann unter gleichmässiger Rotation in demselben Verhältnis wie im ersten Versuch seitwärts, aber nach rechts fortzufliegen. Die leichte Karte vollführt also jetzt im Prinzip dieselben Bewegungen, wie die Papptafel beim ersten Versuch.

Verringert man umgekehrt den anfänglichen Neigungswinkel der Papptafel um die Hälfte (Fig. 3 Taf. I), stellt sie also auf etwa 15^0 ein, so rotiert sie von Anfang an gleichmässig nach links und fällt nach ca. $1\frac{1}{2}$ vollen Umdrehungen in einer Entfernung von 0,4 m vom Anfangslot auf den Boden. Die schwere Papptafel vollführt also jetzt ebenfalls im Prinzip dieselben Bewegungen, wie die fallende Postkarte im ersten Versuch.

Unschwer gelingt es die Papptafel aus horizontaler Anfangsstellung so fallen zu lassen, dass sie so gut wie geradlinig und senkrecht zu Boden fällt. Geringe oscillatorische Schwankungen der Tafel treten auf, sobald die Anfangsstellung nicht genau horizontal ist. Bei der Postkarte sind derartige Schwankungen viel leichter und deutlicher zu beobachten, als bei der Papptafel; bei genügender Fallhöhe gehen sie nicht selten sogar schliesslich in einseitige Rotationen über. Es ist eben schwer, das biegsame Papier ohne besondere Hülfsmittel nach Augenmass genügend scharf in die horizontale Anfangslage zu bringen, und die geringe Masse der Karte wird auch bei geringer Neigung leicht durch das Kräftepaar in ergiebige Rotation versetzt. Ist aber einmal eine wenn auch geringe Oscillation vorhanden, so wird sie schliesslich durch den mit der Fallgeschwindigkeit im quadratischen Verhältnisse wachsenden, exentrisch angreifenden Luftwiderstand bis zur vollen einseitigen Rotation gesteigert.

Auch über die Fallgeschwindigkeit giebt die Analyse der in Rede stehenden Bewegungen bemerkenswerten Aufschluss. Erstens nimmt die Fallgeschwindigkeit offenbar so lange zu, bis die erste Tangentialstellung der Tafel eintritt, gleichviel, ob der ersten Wendung der Karte eine oder mehrere seitliche Schwankungen voraufgegangen sind, oder nicht. Denn wenn immer auf eine anfängliche Oscillation eine Revolution folgt, so ist diese die Folge des inzwischen verstärkten Luftwiderstandes, und dieser wieder wird ja nur durch Zunahme der Fallgeschwindigkeit vergrössert.

Aber die Bewegung ist noch keineswegs nach Eintritt der ersten Revolution eine gleichförmige, die Geschwindigkeit nimmt auch dann noch zu. Dies zeigt sich an dem Verlauf der Fallbahn, da auch nach der ersten Tangentialstellung die seitliche Abweichung des fallenden Körpers von der Lotlinie eine Zeit lang zunimmt, sodass die Bahn eine parabolische Gestalt hat. Erst von dem Augenblick ab, wo die Seitenabweichung konstant wird, wo also in der seitlichen Richtung keine Beschleunigung mehr erfolgt, ist anzunehmen, dass auch in vertikaler Richtung die Bewegung nicht weiter beschleunigt wird, dass also nun der rotierende Körper eine konstante Geschwindigkeit erlangt hat. Der Gesamtbetrag des Luftwiderstandes ist jetzt gleich dem Gewicht des fallenden Körpers und die Schwerkraft wird völlig zur Beseitigung dieses Widerstandes verbraucht, ohne dass sie auf den Körper noch weiter beschleunigend einwirken kann.

Demgemäss ist auch die schliessliche, konstante Geschwindigkeit der schwereren Papptafel eine grössere, als die der Postkarte, und die Papptafel muss daher auch bis zum Eintritt dieser konstanten Geschwindigkeit einen grösseren Fallraum zurückgelegt haben, als die Postkarte, deren Richtung weit schneller als die der schwereren Tafel seitwärts abgelenkt und in die schräge und geradlinige Bahn mit konstanter Geschwindigkeit übergeführt wird.

Was endlich die Geschwindigkeit anbetrifft, mit welcher sich der vordere und hintere Kartenrand (A und B) auf den zugehörigen Trajektorien (Fig. 1, Taf. I) bewegen, so sieht man leicht, dass dieselbe an den Anfangs- oder Rückkehrpunkten der Cykloiden am geringsten, an den Kulminationspunkten am grössten ist. In den Normalstellungen ist daher zwischen den Geschwindigkeiten von A und B eine gewisse Differenz vorhanden, in den Tangentialstellungen sind beide gleich.

B. Fallbewegung symmetrischer Tafeln mit excentrischem Schwerpunkt.

Die eben besprochenen Oscillationen und Rotationen fallender Tafeln und Kartenblätter hatten ihre Ursache in dem Umstande, dass bei nicht normalem Auftreffen des Luftwiderstandes der Angriffspunkt des letzteren nicht mehr mit dem Schwerpunkte der Widerstandsfläche zusammenfiel, sondern gegen den tiefer liegenden Rand der Fläche verschoben wurde. In Folge dieser Trennung der Angriffspunkte des Luftwiderstandes

und der Schwerkraft liessen sich diese beiden Kräfte nicht mehr in eine einfache Resultante zusammenfassen, sondern es entstand ausser der translatorischen Resultante noch ein Kräftepaar, welches jene Oscillationen und Rotationen veranlasste.

Die drehenden Bewegungen liessen sich nur dadurch vermeiden, dass man die Tafeln genau aus horizontaler Anfangsstellung fallen liess, denn alsdann fielen auch die bezeichneten beiden Angriffspunkte wieder zusammen und das Kräftepaar verschwand. Bei allen diesen Versuchen war es also der Angriffspunkt des Luftwiderstandes, dessen Lage im Verhältnis zu dem fest im Flächenmittelpunkte liegenden Schwerpunkte willkürlich geändert wurde. Umgekehrt liegt nun der Gedanke nahe, die Lage des Schwerpunktes einer willkürlichen Änderung zu unterwerfen, und zuzusehen, wie die Fallbewegungen verlaufen, wenn der Schwerpunkt nicht mehr mit dem Mittelpunkte der Hauptwiderstandsfläche zusammenfällt.

Die Verschiebung des Schwerpunktes kann natürlich an einer starren Platte nicht, wie *Mouillard** zur Erklärung der Rotation eines fallenden rechteckigen Kartenblattes irrthümlich annimmt, von selbst während der Fallbewegung geschehen, sie muss vielmehr vorher in bestimmter Weise durch excentrische Belastung der Falltafel vorgenommen werden. Dies kann in Hinblick auf die Gestaltung der Kraftsysteme in zweierlei Weise geschehen. Die excentrische Belastung kann in einer Symmetrieebene der Tafel, oder ausserhalb derselben angebracht werden.

Bei einer kreisförmigen Platte liegt jede beliebige excentrische Belastung in einer durch den Kreismittelpunkt gehenden Symmetrielinie der Fläche. Eine quadratische oder sonst regelmässig polygonale Fläche ist symmetrisch belastet, wenn der Schwerpunkt der hinzugefügten Masse auf einer der Diagonalen oder auf einem der Lote liegt, welche vom Flächenmittelpunkte auf die Seiten gefällt werden können. Dagegen ist eine rechteckige Platte nur dann symmetrisch belastet, wenn der bezeichnete Schwerpunkt auf den die Seitenmitten verbindenden Normalen liegt. Eine beliebig gestaltete Fläche, die nur eine Symmetrielinie besitzt, wie z. B. die Flugfläche eines Vogels, kann auch nur in dieser einen Linie symmetrisch belastet werden. Eine ganz unsymmetrische Fläche gestattet keine symmetrische Belastung.

Es sollen zunächst nur symmetrisch belastete Flächen betrachtet werden unter der ferneren Voraussetzung, dass auch der Luftwiderstand, den dieselben beim freien Fall erfahren, auf beiden Symmetriehälften nach Richtung und Stärke symmetrisch angeordnet ist, sodass auch die Resultante des Widerstandes in die Symmetrieebene fällt. Dies ist stets unter der Bedingung der Fall, dass die Fläche keine seitliche Neigung hat, oder dass die beiden symmetrischen Hälften, wie Keilflächen die gleiche aber entgegengesetzt gerichtete Neigung gegen die Symmetrieebene besitzen. Unter diesen Voraussetzungen fallen die Resultanten der Schwerkraft und des Luftwiderstandes in dieselbe vertikale Symmetrieebene des Systems, und in dieser Ebene muss daher auch die Fallbewegung erfolgen.

*) L'Empire de l'air, S. 210: »Quand un corps se meut, son centre de gravité se déplace, et se transporte en arrière du sens du mouvement«.

Betrachten wir die Ebene dieses Papiers senkrecht gehalten als die Symmetrieebene eines solchen Systems, so erscheint der Durchschnitt der Falltafel, die wir in einer horizontalen Anfangslage der Einwirkung der Schwere anheim geben, in Gestalt der Strecke A B (Fig. 10). Der Mittelpunkt der Widerstandsfläche liegt in M, der gegen den Rand A verschobene Schwerpunkt im Punkte S. Da der Luftwiderstand im Anfangsmoment der Fallbewegung rechtwinklig zur Fläche gerichtet ist, so greift seine Resultante w in M an und bildet mit einem gleich grossen Teil des Tafelgewichts p ein Kräftepaar, das die Tafel im linksläufigen Sinne dreht, während der Rest der Schwere (p — w) die translatorische Fallbewegung bewirkt.

Nach Verlauf eines kurzen Zeitabschnitts ist die Drehung der Tafel so weit fortgeschritten, dass AB einen spitzen Winkel α mit der Richtung der Schwere bildet (Fig. 11). Der Luftwiderstand ist nicht nur mit der Zunahme der Fallgeschwindigkeit in gesetz-

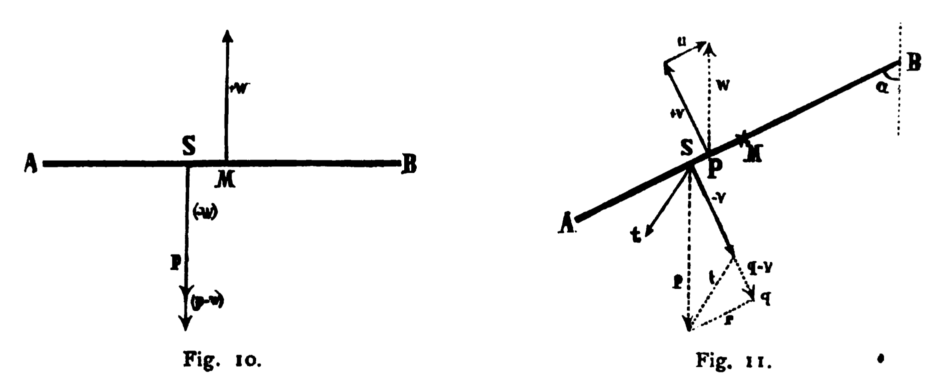


Fig. 10.

Fig. 11.

mässiger Weise gewachsen, sondern sein Angriffspunkt P ist auch mit dem Kleinerwerden des Winkels α, unter dem er die Fläche trifft, vom Punkte M aus mehr und mehr gegen den Vorderrand A der Fläche vorgerückt.

Solange der Punkt P den Punkt S noch nicht erreicht hat, erfährt auch die Drehung der Tafel neuen Antrieb und Beschleunigung, und diese Beschleunigung nimmt ab mit dem Abstande PS, wie sie gleichzeitig mit dem Grösserwerden des Luftwiderstandes zunimmt. Dieser ist im wesentlichen von dem Quadrat der momentanen Fallgeschwindigkeit und einer gewissen Funktion des Neigungswinkels α abhängig.

Die Anordnung der Kräfte gestaltet sich, wie in Fig. 11, sie ist wie in Fig. 6, nur dass P und S entgegengesetzt liegen, und daher die Drehung des Kräftepaares im anderen Sinne erfolgt. Die translatorische Resultante $t = ([q-v] + r)$ zeigt, dass die Bewegung nicht in der Lotlinie, sondern links seitwärts erfolgen muss.

Eine wesentliche Änderung in dem System der Kräfte tritt in dem Moment ein, wo infolge der fortschreitenden Drehung*) der Angriffspunkt des Luftwiderstandes so weit nach vorn verschoben ist, dass er mit S zusammenfällt.

*) Es sei nebenbei bemerkt, dass die Verschiebung durch die Zunahme der Fallgeschwindigkeit und des Luftwiderstandes nicht direkt beschleunigt, sondern verzögert wird, wie es der *Avanzini*'schen Regel entspricht.

In diesem Augenblick verschwindet das Kräftepaar, und es bleibt nur die translatorische Resultante t in Wirksamkeit. (Fig. 12).

Allein die Bewegung der Tafel ist dennoch von diesem Augenblick ab noch keine geradlinige, wie man erwarten könnte, denn wenn auch die von dem eben verschwundenen Kräftepaare erzeugte Drehung der Masse jetzt keine weitere Beschleunigung erfährt, so ist die Drehung doch noch vorhanden und muss also in Folge des Beharrungsvermögens mit der erlangten Winkelgeschwindigkeit gleichförmig fortlaufen, bis sie durch ein entgegengesetzt drehendes Kräftepaar gehemmt und aufgehoben ist.

Ein solches Kräftepaar tritt nun in dem folgenden Zeitabschnitt sofort in die Erscheinung, denn sobald die Tafel über die eben innegehabte in Bezug auf die Drehung neutrale Stellung hinausgedreht wird und ihr Neigungswinkel α fortfährt kleiner zu werden, wandert auch der Angriffspunkt P des Luftwiderstandes (Fig. 13) weiter gegen den Flächenrand A und damit ist ein neues, nunmehr rechts drehendes Kräftepaar geschaffen, welches die vorhandene Drehung der Masse zu hemmen und umzukehren bestrebt ist. Ueber die Art der Verzögerung der Drehung gilt sinngemäss, was vorher über die Art der Beschleunigung derselben gesagt wurde. Die durch die erste Drehung bewirkte fortschreitende Verringerung des Neigungswinkels α begünstigt die Zunahme der Fallgeschwindigkeit; da der Gesamtbetrag des Widerstandes den die Luft der Fallbewegung entgegensetzt, mit dem Neigungswinkel der Fläche abnimmt. Demgemäss nimmt auch die Komponente v des Widerstandes, welche die eine Seitenkraft des neuen, hemmenden Kräftepaares bildet, solange ab, als die erste Drehung noch fortschreitend den Winkel α verkleinert. Der mechanische Wert des Kräftepaares, das Moment, wird aber nicht in demselben Maasse verringert, weil ja gleichzeitig eine fortschreitende Verschiebung des Punktes P erfolgt, die einer Verlängerung des Hebelarmes des Paares gleichbedeutend ist. Der weitere Gang der Fallbewegung hängt nun allein davon ab, wie weit das erste Kräftepaar die Tafel herumgedreht hat, bevor die Wirkung des zweiten Paares die innere Drehung ausführt. Unschwer ist zu erkennen, das dies in erster Linie — ceteris paribus — von dem Winkel abhängt, den die Tafel im Beginn der Bewegung gegen die Vertikale bildet, dem Absturzwinkel oder anfänglichen Neigungswinkel α.

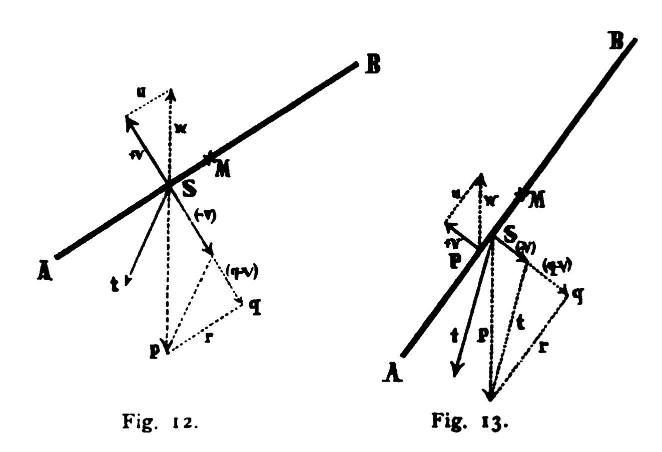


Fig. 12. Fig. 13.

Zur Feststellung dieser Abhängigkeit habe ich eine Reihe leicht zu wiederholender Versuche gemacht, in denen der besagte Neigungswinkel innerhalb der Grenzen von 0^0 bis 180^0 variiert wurde.

Als Falltafeln dienten ausgesuchte neue deutsche Postkarten.*) Der Schwerpunkt wurde möglichst genau durch den Schnittpunkt der Diagonalen und Balancierprobe auf der Nadelspitze bestimmt. Dann wurde in der kurzen Symmetrieachse, d. h. in der Mittelsenkrechte der längeren Seitenstrecke der Karte, die excentrische Belastung angebracht durch Aufkleben eines abgewogenen rechteckigen Stückes von verzinktem Eisenblech in geeigneter Entfernung vom Schwerpunkt der Karte. Die Lage des neuen Schwerpunktes liess sich leicht im Voraus durch Rechnung oder nachträglich empirisch bestimmen, und so die Excentricität des Massenmittelpunktes gegenüber dem Flächenmittelpunkte ermitteln.

Sofern es sich nur um orientierende Versuche handelt, kann man die eiserne Belastung durch einen in der Nähe des vorderen Tafelrandes angebrachten etwa bohnengrossen Siegellacktropfen ersetzen. Man wird dann, wenn man die Karte unter verschiedenen Neigungswinkeln fallen lässt, leicht die auffälligen Unterschiede erkennen, die dadurch sowohl in der Gestalt der Fallbahnen, als auch in den Drehungen der Karte hervorgerufen werden. Aber es wird nicht immer mit genügender Sicherheit gelingen, eine bestimmte einmal beobachtete Bewegungsform gleich wieder hervorzurufen, weil man den dazu geeigneten Neigungswinkel aus freier Hand nicht leicht wieder trifft.

Für die genaueren Versuche wählte ich, um diese Unsicherheiten zu vermeiden, eine elektromagnetische Aufhängung der Karten. Am Ende des Querarmes eines festen Stativs (Fig. 4 Tafel I) wurde ein Gradkreis (mit Fadenlot) drehbar angebracht und mit diesem ein kleiner Elektromagnet fest verbunden. Die Endfläche der Polschuhe des Magneten ist parallel zur Basis des Gradkreises orientiert und, um die schädliche, störende Wirkung des remanenten Magnetismus zu beseitigen, mit dickem Karton überklebt.

Die an der Fallkarte als excentrische Belastung fest angebrachte kleine Eisenblechplatte diente gleichzeitig als Anker des Magnets, der somit auch die Falltafel unter dem bestimmten Neigungswinkel festhielt. War einige Zeit nach dem Aufhängen der Tafel die Luft wieder ziemlich beruhigt, so wurde die elektrische Leitung unterbrochen, der Anker löste sich, und die Fallbewegung erfolgte mit der gewünschten Regelmässigkeit. Bei gewissen kritischen Grenzwinkeln war der Einfluss auch geringer Luftbewegungen unverkennbar, und es bedurfte einer längeren Beruhigungspause für die Luft, um die typische Bewegung genügend sicher wiederholt zu sehen.

I. Versuchsreihe.

1. Die Tafel fällt aus senkrechter Stellung herab.

Ist sie vollkommen eben auf beiden Seiten und auch sonst regelmässig gebaut und belastet, sodass die Schwerkraft in die Mittelebene der Tafel fällt und senkrecht im Mittelpunkte der normal abgeschnittenen Stirnfläche steht, so wird sie sich in ruhiger Luft auf einem vertikalen Trajektorium abwärts bewegen, und der minimale Luftwiderstand wird nur wenig verzögernd auf die Fallgeschwindigkeit einwirken. Je grösser die Masse

*) Unsere Postkarten sind nicht alle gleich gross und schwer, auch nicht alle genau rechteckig geschnitten, daher empfahl sich die Auswahl.

und je näher der Schwerpunkt an dem voraufgehenden Tafelrande liegt, desto stabiler wird die Bewegung verlaufen. Je mehr der Schwerpunkt aber gegen den hinteren Rand verschoben und je geringer die Masse ist, desto leichter wird die Tafel durch die stets vorhandenen Ungleichförmigkeiten der beiderseits entlanggleitenden Luftmassen aus dem Gleichgewicht und aus der vertikalen Lage verdrängt werden, und dann muss auch die Bewegung der Tafel in anderer Weise erfolgen.

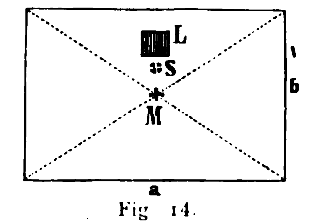


Fig. 14.

Deutsche Postkarte

Gewicht der unbelasteten Karte = 2,81 g; Belastung L = 1,277 g; Gesamtgewicht p = 4,087 g

Seite a = 140 mm; b = 91,5 mm.

Abstand des Schwerpunktes S vom Flächenmittelpunkt M: 7,0 mm = $^1/_{20}$ a = $^1/_{13}$ b.

2. Die Tafel (Fig. 14) hat eine anfängliche Neigung von $\alpha = 0^0$ bis 15^0.

Als Neigungswinkel wird immer derjenige Winkel bezeichnet, welchen die vom Flächenmittelpunkt M über den Schwerpunkt S zum vorderen Tafelrande gehende Hälfte der Symmetrielinie gegen die von M aus abwärts gerichtete Lotlinie bildet.

Die Fallbahn I (Fig. 3 Tafel II) wendet sich zunehmend vorwärts von der Lotlinie ab unter gleichmässig andauernder Rotation der Tafel. Die Erscheinung unterscheidet sich bis auf ein gewisses, später zu besprechendes Pulsieren*) der Rotation nicht wesentlich von der Fallbewegung einer unbelasteten Karte bei kleinen Neigungswinkeln (Fig. 1 Tafel I). Die steile Anfangsstellung der Tafel (Fig. 15 I) bedingt eine schnelle Zunahme der Geschwindigkeit und eine starke Verschiebung des Widerstandspunktes über den

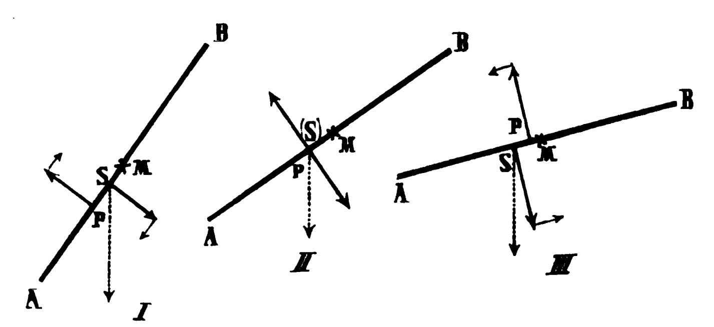


Fig. 15.

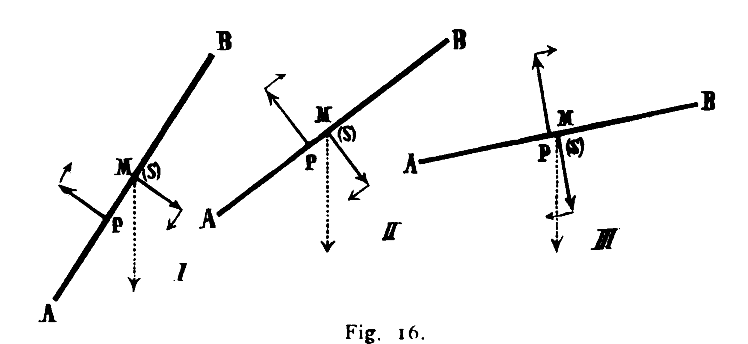


Fig. 16.

*) In Fig. 5 und 6 (Tafel II) sind die Tangentialstellungen ohne Berücksichtigung der Pulsationen zunächst so eingetragen, wie sie bei völlig gleichförmiger Rotation liegen würden. Diese Figuren bedürfen daher einer Korrektion nach den genaueren Angaben von Fig. 7 Taf. II.

Schwerpunkt hinaus gegen den Vorderrand der Tafel. Das entstehende Kräftepaar dreht die Tafel mit dem Vorderrande empor, bis der Widerstandspunkt wieder mit dem Schwerpunkte zusammenfällt (Fig. 15 II). Dann tritt zwar ein neues hemmendes Kräftepaar auf (Fig. 15 III), allein die Drehung ist stark genug, um das völlige, wenn auch verzögerte Durchschlagen der Tafel zu bewirken, wie es bei der Besprechung der Fallbewegungen einfacher unbelasteter Tafeln des näheren erörtert wurde. Die excentrische Lage des Schwerpunktes hat zur Folge, dass das Zurücktreten des Widerstandspunktes hinter den Schwerpunkt hier schon erfolgt, bevor die Tafel die volle Querstellung zum Trajektorium erreicht hat (Fig. 15 III). Es setzt also auch das hemmende Kräftepaar eher ein, als bei der unbelasteten Tafel (Fig. 15 III), und das Rotieren der Tafel kann daher hier auch nur bei steilerer Anfangsstellung und rapidem Absturz erfolgen, während die unbelastete Tafel auch noch bei erheblich grösseren anfänglichen Neigungswinkeln in kontinuierliche Rotation versetzt wird.

3. Die Karte fällt unter Absturzwinkel von 15^0 bis 40^0.

Die Fallbahn II (Fig. 6, Tafel II) hat einen Rückkehrpunkt Rp, den die Tafel mit einer Oscillation vorwärts erreicht. Der rücklaufende Ast der Bahn wird rotierend zurückgelegt. Auch hier ist der Gang der Bewegungen wie bei einer unbelasteten oder centralbelasteten Tafel, mit dem Unterschiede, dass bei excentrischer Belastung die Oscillation bereits bei kleineren Winkeln auftritt, wo die central belastete noch rotiert. Eine unbelastete Postkarte fällt bei 17^0 bis 40^0 Anfangsneigung überhaupt noch nicht oscillierend, sondern von Beginn ab rotierend (Fig. 1, Tafel I). Es zeigt sich somit auch hier, wie in der ersten Versuchsgruppe, dass die excentrische Belastung verzögernd auf das Eintreten der vollen Rotation einwirkt.

Bei den Versuchen mit unbelasteten Karten liessen sich unschwer gewisse grössere Neigungswinkel auffinden, bei denen auf die erste Oscillation nach vorne noch eine zweite Oscillation rückwärts erfolgte, bis dann die Rotation nach vorne einsetzte. Diese Erscheinung wurde bei excentrisch belasteten Karten seltener beobachtet. Der Grund dafür ist leicht einzusehen. Sobald nämlich beim Rückkehrpunkte (Rp Fig. 6, Tafel II) die Tafel beginnt, mit dem vom Schwerpunkte entfernt liegenden hinteren Rande vorauf, rückwärts zu gehen, liegt bei steiler Neigung der Tafel gegen das Trajektorium, der Widerstandspunkt P (Fig. 17) weit ab vom Schwerpunkt, nahe dem hinteren Tafelrande. Es bedarf daher einer grösseren Drehung, bevor P die Strecke über M nach S zurückverschoben ist, und die Tafel muss weit über die Stellung normal zum Trajektorium fortgedreht werden, bevor P jenseits von S auftritt und damit das neue Kräftepaar einsetzt, welches die vorhandene Drehung hemmt. Durch die excentrische Lage des Schwerpunktes ist also das vorwärtsdrehende Kräftepaar, das die einmalige Oscillation nach vorne bewirkte, zu Gunsten des rückwärtsdrehenden Paares eingeschränkt worden, und es ist klar, das daher die Ueberlegenheit des letzteren auch in der Bewegung

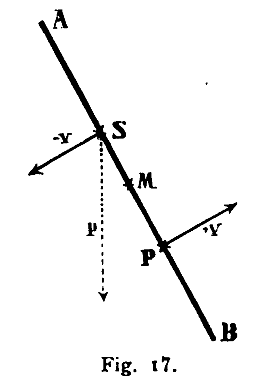


Fig. 17.

der Tafel zum Ausdruck kommen muss. Für einen anfänglichen Neigungswinkel $\alpha = 30^0$ habe ich — durch zahlreiche Einzelbeobachtungen unter allmählicher Vergrösserung der Fallhöhe — den Verlauf der Fallbewegung der Postkarte (Fig. 14) mit möglichst grosser Genauigkeit festgestellt. Die Fig. 7, Tafel II, veranschaulicht den Vorgang und zeigt, dass die Fallbahn des Schwerpunktes zwei Rückkehrpunkte (Rp_1 und $_2$) besitzt. Der erste liegt bei ca. 60 cm Fallhöhe etwa 30 cm vorwärts vom Anfangslot. Der zweite liegt auf 150 cm Höhe nahe hinter dem Anfangslot.

Der Verlauf der Randtrajektorien lässt nun mit grosser Deutlichkeit die eben abgeleitete Wirkung der excentrischen Schwerpunktslage erkennen. Nachdem die Tafel kurz vor dem ersten Rückkehrpunkte die erste Normalstellung überschritten hat, bewirkt das nun auftretende rückwärtsdrehende Kräftepaar schnell die Hemmung und Umkehrung der rechtsläufigen Rotation. Diese Wirkung ist eine so kräftige, dass in der rückläufigen Bewegung schnellstens die zweite Normallage erlangt wird, und dass auch das nun wieder erscheinende rechtsdrehende Kräftepaar den alsbaldigen Eintritt der Karte in die erste Tangentialstellung (t_1) nicht wesentlich verzögern kann. Die Drehung der Karte wird nun zwar in demselben linksläufigen Sinne fortgesetzt, allein in der translatorischen Bewegung geht jetzt wieder der belastete Vorderrand A vorauf, und das bis zur dritten Normalstellung (n_3) wirkende linksdrehende Kräftepaar kann daher wieder als ein vorwärtsdrehendes bezeichnet werden, das in seiner Wirkung durch die excentrische Belastung wiederum beeinträchtigt ist. Daher geht nun auch zwischen t_1 und n_3 die Drehung der Tafel so langsam von statten, dass die cykloidischen Trajektorien zwischen n_2 und n_3 eine völlig unsymmetrische Gestalt besitzen. Die Tangentialstellung t_1 liegt nicht in der Mitte von n_2 und n_3, sondern erheblich näher an n_2. Hinter n_3 erscheint wieder ein starkes rückwärts- (hier rechtsläufig-) drehendes Kräftepaar, das die Linksrotation der Karte schnell hemmt und gleich darauf in Rp_2 umkehrt. Hinter dem zweiten Rückkehrpunkte beginnt die Rotation rückwärts (d. h. mit dem Hinterrande B vorauf) unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie hinter dem ersten Rückkehrpunkte. Die ungleiche Rotationsgeschwindigkeit während der einzelnen Phasen der Drehung lässt sich direkt beobachten und giebt der rotierenden Fallbewegung einer excentrisch belasteten Tafel einen gleichsam pulsierenden Charakter.

Dass die I. Fallbahn (Fig. 5, Tafel II) in die II. (Fig. 6, Tafel II) und die II. in die Bahn III (Fig. 7, Tafel II) übergeht, wenn der anfängliche Neigungswinkel der Tafel zunimmt, bietet der mechanischen Erklärung keinerlei Schwierigkeiten. Während nämlich, wie in der ersten Versuchsgruppe gezeigt, bei kleinen Absturzwinkeln das anfängliche Kräftepaar stark genug ist, um sofort die volle Rotation der Tafel durchzusetzen, vermag es bei dem grösseren Winkel (Fig. 18, I) die Tafel nicht so weit zu drehen, denn es ist hier kürzere Zeit auf kleinerem Fallraume bei geringerer mittlerer Fallgeschwindigkeit wirksam, als im ersten Fall. Immerhin ist der Absturz noch steil genug, um die angefangene Drehung der Tafel über die horizontale Stellung (Fig. 18, II) hinausschlagen zu lassen, sodass der vordere Tafelrand über, der hintere unter der wagerechten Ebene liegt (Fig. 18, III). In dieser Stellung erfährt die

Tafel einen beträchtlichen translatorischen Widerstand, da sie nahezu normal zur Bahn steht. Zugleich hat mit dem Ueberschreiten der Horizontalstellung der Tafel die translatorische Resultante der Schwerkraft sich gegen den hinteren Tafelrand gewendet. Daher kann die Bewegung nicht die anfängliche Richtung nach vorn beibehalten; sie wird in die rückschreitende Richtung der neuen translatorischen Resultante hinübergelenkt, wobei gleichzeitig das neue Kräftepaar die Drehung der Tafel bewirkt. Hatte das erste Kräftepaar bei steilem Absturzwinkel die Tafel *weit* über die Horizontalstellung gedreht, so ist auch Arm und Moment des zweiten Paares, dem Avanzini'schen Gesetz entsprechend, wirksam genug, um nun die andauernde Rotation der Tafel nach rückwärts einzuleiten. Ist dagegen die Rotation des ersten Kräftepaares bei weniger steilem Absturz (oder starker Excentricität) der Tafel *nur wenig* über die Horizontalebene gediehen, so ist auch die Wirksamkeit des entgegenarbeitenden zweiten Kräftepaares geringer, und es kann der Fall eintreten, dass die angefangene rückläufige Drehung der Tafel nicht voll gelingt, sondern, wie in Bahn III, alsbald von einer wieder nach vorn gehenden Oscillation oder dauernden Rotation abgelöst wird.

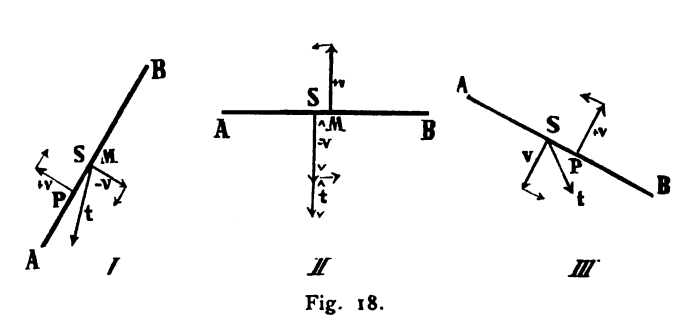


Fig. 18.

Die Drehung, welche das erste Kräftepaar der excentrisch belasteten Falltafel erteilt, braucht nicht notwendig immer bis in die horizontale Ebene oder darüber hinaus zu gehen, wie es bei den Fallbahnen I, II und III geschieht.

Eine *central* belastete Tafel, die unter irgend einem spitzen Absturzwinkel der Fallbewegung überlassen wird, erfährt unter allen Umständen durch das erste Kräftepaar eine Drehung, welche sie über die horizontale Lage und selbst über die normal zum Trajektorium orientirte Stellung hinausführt (Fig. 19). Denn erst, wenn diese Normalstellung erreicht und in Folge des Beharrungsvermögens überschritten ist, gelangt das hemmende, zweite Kräftepaar zur Wirkung, erst dann erreicht und überschreitet der Widerstandspunkt den im Flächenmittelpunkte liegenden Schwerpunkt,

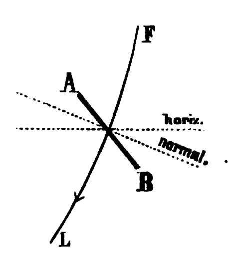


Fig. 19.

Bei einer Falltafel mit excentrischer Lage des Schwerpunktes erreicht der während der Drehung (Fig. 20, I-III) zurückwandernde Widerstandspunkt P den Schwerpunkt S natürlich um so früher, je näher dieser dem vorderen Tafelrande liegt. Daher kann hier die Drehung des ersten Kräftepaares bereits zum Stillstand kommen, bevor die horizontale Stellung erreicht ist. Für den weiteren Verlauf der Fallbewegung ist dies von fundamentaler Bedeutung, denn, wie man sieht (Fig. 22, III), *behält alsdann die translatorische Resultante t ihre Richtung nach der Seite des vorderen Tafelrandes*, obgleich der Wechsel der Kräftepaare eingetreten ist. Die Fallhöhe erhält unter diesen Verhältnissen

keinen Rückkehrpunkt wenn die Kraftpaare wechseln, die Falltafel bewegt sich vielmehr fortschwebend auf einer wellenförmigen Kurve vorwärts und abwärts. Diese ist steiler geneigt, wenn der Neigungswinkel der Tafel gegen die Vertikale kleiner ist, und sie verläuft mehr horizontal, wenn dieser Winkel grösser ist. Je nach dem Neigungswinkel der Tafel gegen das Trajektorium ist der Luftwiderstand, den die fallende Tafel erfährt, grösser oder geringer, daher wird auch die Bewegung bald mehr, bald weniger verzögert. Die translatorische Resultante erlangt bei steiler Tafelstellung und geringem Luftwiderstande ihren grössten Wert, ihre Richtung bildet mit der Tafel kleine spitze Winkel. Ist dagegen bei transversaler Tafelstellung (zum Trajektorium) der Betrag des Luftwiderstandes ein grosser, so ist der translatorische Rest der Schwerkraft ein geringerer und die ihn darstellende Resultante bildet grössere Winkel gegen die Ebene der Tafel. Die regelmässig auftretenden Beschleunigungen und Verzögerungen der Fallbewegung flächenhafter Körper sind damit hinreichend erklärt.

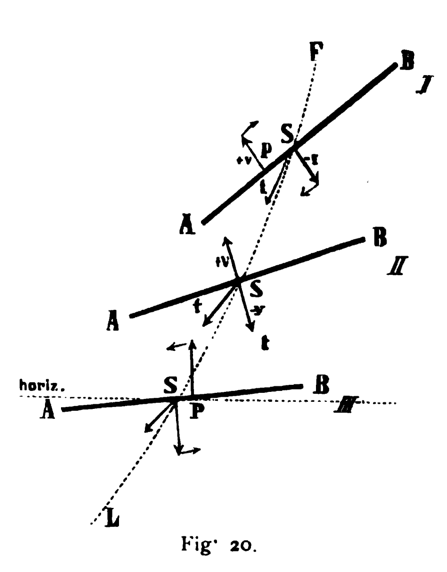


Fig. 20.

Nach diesen Ausführungen lassen sich die Ergebnisse der folgenden Fallversuche voraussehen.

4. Die Karte fällt unter Absturzwinkel $\alpha = 40^0$ bis 90^0. *)

Die Fallbahn (IV) (Fig. 8, Tafel II) führt wellenförmig vorwärts und abwärts. Sie hat bei 2,5 m Fallraum zwei sehr deutliche Undulationen, deren erste erheblich schwächer ist als die zweite (Fig. 8, IV-VII, Tafel II). Die Bewegung ist ein echtes Schweben, eine Flugbewegung, wenn auch die Falltafel entsprechend den Undulationen der Bahn bestimmte schwankende Drehungen erfährt. Der Teil der Bahn, welcher auf den Gipfel der zweiten Welle führt, wendet sich dabei weit seitwärts und bewirkt zumeist das seitliche Fortschreiten der Tafel bis über Fallhöhe (bei h = 2,25 schwebt die Tafel wenn $\alpha = 60^0$, 2,60 m seitwärts). Der Verlauf dieses Teiles der Fallbahn zeigt in seinem wechselnden Gange mancherlei interessante Eigentümlichkeiten So kann es kommen, dass die Bahn hier nicht nur nahezu horizontal fortschreitet, sondern dass sogar ein Aufsteigen der Tafel über einen vorher erreichten tiefsten Punkt stattfindet (Fig. 8, VII, Taf. II). Es ist dieses eine Flugart, wie sie vielfach von stossenden Raubvögeln ausgeführt wird, die von oben auf eine Beute herabschiessen und mit dem so gewonnenen Schwunge wie auf einer Bergbahn emporgleiten. Auch die Falltafel bestreitet ihre horizontale oder gar

*) Nach neuerdings angestellten Kontrollversuchen will es mir scheinen, als seien die beobachteten Absturzwinkel unter und über 90^0 nicht unwesentlich durch die Einwirkung des remanenten Magnetismus beeinflusst, d. h. vergrössert worden. Ich gebe daher die Absturzwinkel mit Vorbehalt.

aufsteigende Bewegung nur aus dem Vorrate von kinetischer Energie oder lebendiger Kraft, die sie durch die vorhergehende sinkende Fallbewegung erworben hat. Sobald aber dieser Vorrat erschöpft ist, folgt auch die translatorische Bewegung der Tafel wieder allein dem Triebe der Schwere, die im horizontalen und ansteigenden Teile der Bahn nur verzögernd gewirkt hat. Ist in Folge dieser Verzögerung und der Hemmung des Luftwiderstandes die Fluggeschwindigkeit ganz oder nahezu gleich Null geworden, so beginnt eine neue Fallbewegung, die nun natürlich so verläuft, wie es der im Einzelfall zuletzt erreichten Neigung der Tafel gegen die Lotlinie entspricht. Hiernach ist es zu verstehen, wie es kommt, dass die nach vorn gerichtete Schwebebahn bei manchen Versuchen plötzlich abbricht, um in eine rückläufige Oscillation oder Rotation überzugehen (Fig. 8, V-VII), oder sonst eine Gestalt anzunehmen, die den Fallbahnen mit kleinen anfänglichen Neigungswinkeln gegen die Lotlinie der Tafel eigentümlich ist (VIII).

Nur auf sinkender Fallbahn F L (Fig. 21) kann die schwebende Tafel (I) einen spitzen Neigungswinkel α gegen die Lotlinie p bilden. Eine horizontale Lage (II) kann die schwebende Tafel gleichfalls nur auf sinkender Bahn erreichen. Auf horizontaler Bahn (III) kann die Tafel nur schweben, wenn sie einen kleinen spitzen Winkel gegen das Trajektorium und einen stumpfen gegen die Vertikale bildet. Und ebenso kann der Neigungswinkel α der Schwebetafel IV (Fig. 21) auf ansteigender Bahn nur ein stumpfer sein. Büsst nun eine Tafel auf horizontaler oder ansteigender Bahn schwebend ihre Geschwindigkeit ein, so beginnt sie mit dem erlangten stumpfen Neigungswinkel eine neue Fallbewegung, deren Bahn von der voraufgehenden so gänzlich verschieden sein kann.

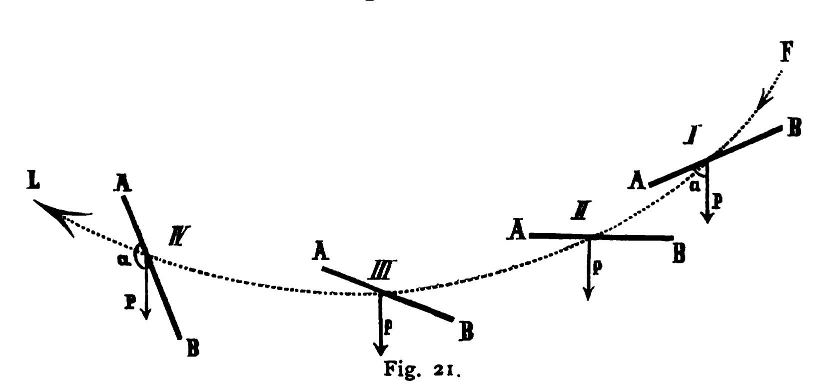


Fig. 21.

Unter allmählicher Vergrösserung des Absturzwinkels der Fallkarte wurden zahlreiche Versuche angestellt und so innerhalb der Winkel von 40° bis 80° eine grosse Reihe verschiedener Fallbahnen beobachtet; deren bemerkenswerteste in Fig. 8 Taf. II. skizziert sind. Zwischen 40 und 70° ergaben sich die Bahnen IV-VII, auf denen die Karte bis zu einem Rückkehrpunkte herabschwebte. Unterhalb des Rückkehrpunktes, der um so früher erreicht wurde, je grösser der Neigungswinkel war, traten Oscillationen verschiedenen Grades, zuletzt Rotationen auf. Oft ergaben sich bei gleicher Einstellung des Fallapparats Bahnen, die zwar im ersten Abschnitt einander sehr ähnlich waren, aber schliesslich in verschiedene oscillatorische und rotatorische Bahnen übergingen. Diese Unregelmässigkeiten haben vielleicht ihren Grund in kleinen Erschütterungen des Apparats

im Moment des Absturzes, oder in geringen, unvermeidlichen Verbiegungen der Karte, oder auch im Zustande der Luft.

Die Bahn VIII (Fig. 8, Taf. II) erhielt ich bei 75° anfänglicher Neigung der Karte; schon nach 1,5 m Fallhöhe und kaum 1 m seitlichem Fortschweben begannen Oscillationen, unter denen die Karte wankend herabsank. Bei 80° schwebte die Tafel nur noch etwa 0,5 m vorwärts und fiel dann unter steilen Oscillationen zu Boden, oder geriet in konstante Rotation nach vorn Fig. IV Taf. II.

5. Die Karte fällt unter Absturzwinkeln $\alpha = 90^0$ bis 180^0

Die Fallbahnen zeigen durchweg stark oscillatorischen und rotatorischen Charakter. Bei 110° wurde eine Bahn X Fig. 8 Tafel II beobachtet, die mit einer Oscillation rückwärts und vorwärts anfing, darauf Oscillation zurück und dauernde Rotation nach vorn. In einem anderen Falle (XI) erfolgte auf eine Oscillation rückwärts dauerndes Rollen vorwärts. Endlich stellen sich Bahnen (XII) ein, die nach kurzem Absturz sofort in nahezu geradlinige rückläufige Rotation übergehen. Die mechanische Erklärung aller dieser verschiedenen Bewegungen ergiebt sich leicht aus dem mehr oder weniger grossen Schwunge den zu Beginn des Falles das einseitige Uebergewicht der Tafel mitteilt, bevor das II. Kräftepaar die zum Stopfen erforderliche Grösse erreicht. War für kleine Neigungswinkel die excentrische Belastung ein Hemmnis für die Oscillationen und Rotationen, so wirkt sie hier entschieden im Sinne derselben, eben des grösseren Schwunges wegen, den die Masse beim Absturz erhält.

II. Versuchsreihe.

Dieselbe Fallkarte wie in der ersten Versuchsreihe (Fig. 14), aber mit nur halb so grosser Excentricität des Schwerpunktes. Die Belastung wurde so weit gegen den Flächenmittelpunkt der Karte verschoben, dass der Abstand des Schwerpunktes vom Flächenmittelpunkte nur noch 3,5 mm betrug.

Die Versuche wurden mit 2,5 m Fallhöhe und mit von 10 zu 10 Grad steigenden Absturzwinkeln ausgeführt. Es ergaben sich Fallbahnen, die im Prinzip mit den in der vorigen Versuchsreihe näher besprochenen übereinstimmen.

Von besonderem Interesse ist nur, dass die schwebenden Fallbewegungen hier erst bei Absturzwinkeln von ca. 80° bis 90° stattfinden, während sie vorher zwischen 40° und 60° auftraten. Die Schwebbahnen sind hier steiler, und die Fluggeschwindigkeit ist augenscheinlich geringer, als bei den Versuchen mit weiter vorgeschobenem Schwerpunkt; sie nähern sich also der vertikalen Bahn, auf welcher eine Tafel mit centraler Schwerpunktslage herabschwebt, wenn sie in genau horizontaler Stellung der freien Einwirkung der Schwere und des Luftwiderstandes überlassen wird. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn man, wie in einer

III. Versuchsreihe

geschehen, den Schwerpunkt noch weiter gegen den vorderen Kartenrand verlegt, als in der I. Reihe. Dann zeigt sich, wenn z. B. bei sonst gleichen Verhältnissen der Schwerpunkt 10 mm vor dem Flächenmittelpunkte liegt, dass die Flugbewegung bei kleineren Absturzwinkeln, sehr schön bei 25° erfolgt, dass sie schneller von statten geht und erheblich weiter seitwärts führt, als in der I. und II. Versuchsreihe.

Es leuchtet ein, dass das Flugvermögen einer Karte durch weitere Verschiebung des Schwerpunktes gegen den Vorderrand noch weiter gesteigert werden kann. Allein die Verschiebung ist doch nur innerhalb der durch das Avanzini'sche Gesetz gezogenen Grenzen möglich. Niemals darf der Schwerpunkt weiter vorgerückt werden, als nach dem Avanzini'schen Gesetz der Widerstandspunkt vorrücken kann. Sobald dieser Grenzpunkt überschritten wird, fällt die Karte in stabiler Stellung senkrecht herab mit dem Vorderrande vorauf; jede etwa auftretende seitliche Neigung der Karte muss sofort durch das entstehende Kräftepaar wieder in die Vertikale eingerichtet werden. Eine schwebende Flugbewegung kann nur dann stattfinden, wenn der Schwerpunkt hinter der vorderen Grenze des Widerstandspunktes liegt. Nur dann ist die Möglichkeit gegeben, dass der Widerstandspunkt noch vor dem Schwerpunkte auftaucht, um bei eintretender Schwankung die Fallkarte vorn immer wieder aufzurichten und vor dem Absturze zu schützen. Sind die Schwankungen nur geringe, so genügt offenbar auch ein kleiner Abstand des Schwerpunktes von der äussersten Vorderstellung des Widerstandspunktes. Der Schwerpunkt kann dann sehr nahe an den letzteren Punkt heranrücken. Bei stärkeren Schwankungen wird sich dagegen empfehlen, den Schwerpunkt vorsichtshalber etwas weiter zurückzunehmen, damit der Widerstand genügend weit vorwärts vom Schwerpunkte einsetzen, und so die Kontinuität der Flugbewegung erhalten werden kann.

Fassen wir die wichtigsten Ergebnisse der vorstehenden Versuche — soweit sie sich auf die passive, schwebende Flugbewegung beziehen — zusammen, so erhalten wir die folgenden Sätze:

1. Die passive Flugbewegung ist eine specielle Form der Fallbewegungen flächenhafter Körper durch die Luft.
2. Dieselbe ist in erster Linie abhängig von der Lage des Schwerpunktes in der Flugfläche, resp. dem Abstande des Schwerpunktes vom Flächenmittelpunkte. Fallen beide Punkte zusammen, so schwebt der Flugkörper mit minimaler Geschwindigkeit senkrecht herab. Ist der Schwerpunkt in der Symmetrieebene der Flugflächen gegen den einen Rand derselben vorgeschoben, so schwebt der Flugkörper mit diesem Rande vorauf um so schneller und weiter zur Seite, je grösser die Excentricität d. h. die Entfernung des Schwerpunktes vom Flächenmittelpunkte ist.
3. Die Excentricität des Schwerpunktes kann nur innerhalb der durch das Avanzini'sche Gesetz über die Verschiebung des Widerstandspunktes gezogenen Grenzen variiert werden. Ist für eine Flugfläche die vordere Grenze bestimmt, bis zu welcher der

Widerstandspunkt bei kleineren Neigungswinkeln vorrücken kann, so ist damit auch annähernd die Grenze der Verschiebbarkeit des Schwerpunktes festgestellt. Der Schwerpunkt muss von dieser vorderen Grenze stets eine gewisse, genügend lange Strecke entfernt bleiben, damit der Flugkörper bei den unvermeidlichen Schwankungen hinreichend gegen Oscillationen, Rotationen oder gradlinigen Absturz gesichert bleibt.

4. Da an rechteckigen und ähnlich gestaltete Flächen der Widerstandspunkt annähernd um $^3/_{16}$ der Flächenbreite — in der Symmetrieebene gemessene Dimension — vom Mittelpunkt fort gegen den Vorderrand vorrücken kann, so dürfte es sich empfehlen, bei der Herstellung künstlicher Flugapparate den Schwerpunkt S (Fig. 22) etwa in einem Abstande von $^2/_{16} = {}^1/_8$ der Breite vor dem Flächenmittelpunkte anzuordnen. Für anders gestaltete Flugflächen hätte man zunächst die vorderste Lage des Widerstandspunktes empirisch zu ermitteln und ebenso den Flächenmittelpunkt. Darauf wäre für praktische Flugzwecke der Abstand beider Punkte, der „Schwankungsraum" MP in drei gleiche Teile zu zerlegen und dann der Apparat so in's Gleichgewicht zu bringen, dass der Schwerpunkt in der Nähe des vorderen Teilpunktes der Strecke, also beim Anfang ihres vorderen Drittels läge.

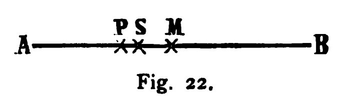


Fig. 22.

5. Liegt der Schwerpunkt S mehr nahe der Mitte des Schwankungsraumes MP, so wird dadurch das Flugvermögen in seitlicher Richtung weniger ergiebig gemacht. Ist der Schwerpunkt nahe bei den extremen Punkten P und M, so ist der Flug nur innerhalb geringer Schwankungen der Neigungswinkel möglich; er ist daher durch die Unregelmässigkeiten der Bewegung freier Luft gefährdet.

6. Jeder Flugapparat mit ebenen Flächen schwebt nur dann ohne in Oscillationen oder Rotation überzugehen, wenn er beim Beginn der Bewegung unter gewissen, von der Schwerpunktslage abhängigen Neigungswinkeln stand.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Fallbewegung einer Postkarte A B, die unter einem anfänglichen Neigungswinkel $\alpha = 30^0$ gegen die Lotlinie aus einer Höhe F O = 1.50 m herabfällt. F L Trajektorium des Schwerpunktes. A . . . A cykloidische Bahn des anfangs abwärts gerichteten Vorderrandes; B . . . B Bahn des Hinterrandes. n_1 bis n_7 Stellungen der Karte normal zum Trajektorium; t_1 bis t_6 Tangentialstellungen.

Fig. 2. Fallbewegung einer Postkarte bei $\alpha = 60^0$ anfänglichem Neigungswinkel. Bezeichnungen wie Fig. 1.

Fig. 3. Fallbewegung einer ca. 8,5 g schweren Papptafel von der Grösse einer Postkarte. Anfänglicher Neigungswinkel $\alpha = 15^0$. n Normal-, t Tangentialstellungen.

Fig. 4. Apparat für die Fallversuche mit electromagnetischer Aufhängung der Falltafeln.

Tafel II.

Fig. 5. Fallbewegung (Bahn I) der excentrisch belasteten Postkarte, Fig. 14 des Textes Anfangsneigung 15^0.

Fig. 6. Wie vorstehend, jedoch mit 25^0 Anfangsneigung (Bahn II).

Fig. 7. Wie vorstehend, aber mit 30^0 anfänglicher Neigung (Bahn III).

Fig. 8. Weitere Fallbahnen (IV bis XI) bei anfänglicher Neigung von 40^0 bis 120^0. Näheres S. 27—29 des Textes.

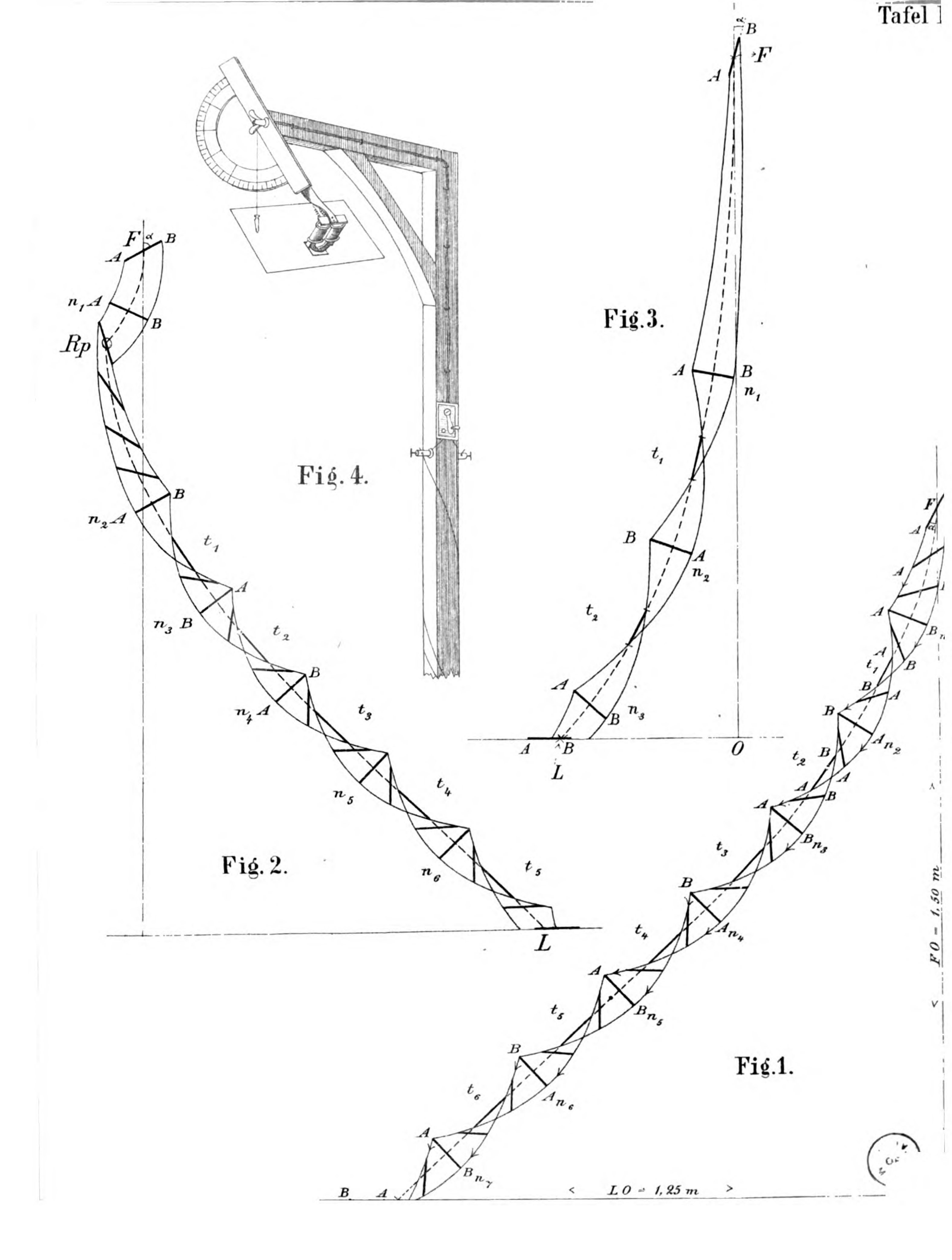

F
A
B
n1 A
B
Rp
n2 A
B
t1
A
n3 B
t2
B
n4 A
t3
n5
t4
n6
t5
Fig. 2.
L
Fig. 4.
Fig. 3.
A
B
n1
t1
B
A
n2
t2
A
B
n3
A
B
L
O
Fig. 1.
LO = 1,25 m
FO = 1,50 m
t6
t5
t4
t3
t2
t1
n7
n6
n5
n4
n3
n2

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

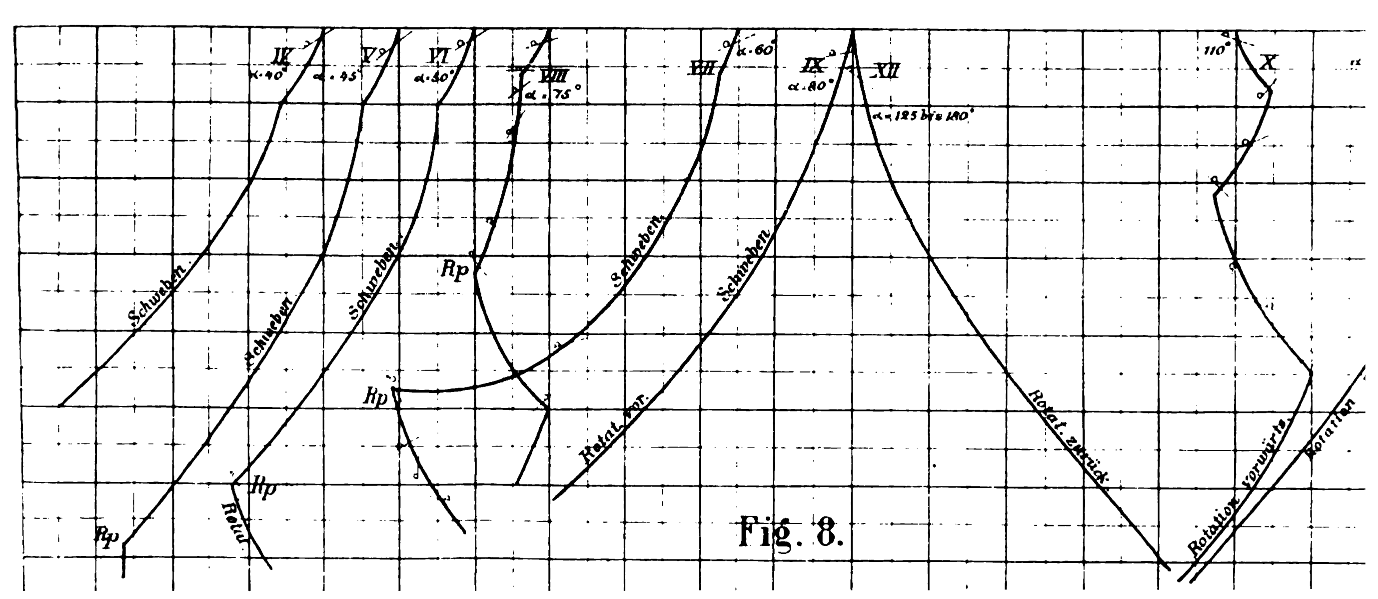


Fig. 8.

Ueber die

Stabilität der Flugapparate.

Von

Dr. Fr. Ahlborn

in Hamburg.

INHALT.

Ueber die Stabilität der Flugapparate.

1. Frühere Versuche mit Schwebapparaten.

In der vorhergehenden kleinen Arbeit über den Schwebflug und die Fallbewegung ebener Tafeln durch die Luft wurden am Schluss auf experimenteller Grundlage die mechanischen Bedingungen festgestellt, unter denen ebene Tafeln, Karten und dergleichen eine möglichst ruhige und möglichst schwankungsfreie, schwebende Flugbewegung ausführen können.

Dahingehende Versuche sind früher bereits von verschiedenen Autoren angestellt und vielfach wiederholt worden, nachdem einmal als Hauptbedingung für das Schweben erkannt worden war, dass der Schwerpunkt des Flugkörpers vorwärts von dem sogenannten Schwerpunkte der Flugflächen, dem Flächenmittelpunkte, liegen muss. So baute — wenn wir von den Flugversuchen des Mechanikers *Dante* in Perugia (1460) und des Nürnbergers *Vorsinger* vom Ende des 15. Jahrhunderts absehen — der Engländer *Cayley* einen grossen Schwebapparat, von ihm „Aeroplane" genannt, der mit einem Gewicht von 200 Pfund belastet war und von einem Hügel in die Ebene schwebte unter einem Winkel von 10^0 Neigung gegen den Horizont. In Frankreich fertigte *J. Pline* (Marey, Vol. d. ois. p. 302) kleine, leichte Apparate in Form von Schmetterlingen und Vögeln an, die bei geringen Aenderungen der Lage des Schwerpunktes und leichten Drehungen der Flügelflächen die verschiedenartigsten Bahnen durchschwebten. Bei uns hat *Lilienthal* in den verschiedenen Vorstudien zu seinen Flugversuchen zahlreiche Schweber hergestellt, um die Bedingungen zu ermitteln, unter denen die schwebende Bewegung am vollkommensten und gleichförmigsten ist. Ferner haben die Herren *Riedinger, von Siegsfeld* und *von Parseval* in Augsburg mit Aufwand bedeutender Kosten umfangreiche Arbeiten ausgeführt, um auf empirischem Wege praktisch brauchbare Schwebmodelle zu ermitteln, die sich selbstthätig auf geradliniger Bahn in stabiler Lage erhalten. Alle diese Versuche haben aber nur gezeigt, dass der Herstellung solcher idealen Modelle grosse Schwierigkeiten im Wege stehen.

Lilienthal hatte früher auf Grund seiner Versuche daran gezweifelt, dass ein lebloser, schnell vorwärts schwebender Flugkörper ein gutes Gleichgewicht in der Luft

finden könne. Er bildete jedoch in den letzten Berichten über seine Flugversuche (in „Prometheus", Jahrg. VII. II, 1895 S. 169, Fliegesport und Fliegepraxis) einen Flugkörper ab, von dem er mir auf meine Anfrage schrieb, derselbe sei „absolut stabil". Dieser Apparat besteht im wesentlichen aus zwei übereinander angebrachten Flugflächen, die in geeigneter Weise starr miteinander verbunden sind, ähnlich wie die drei Flächen der Stringfellow'schen Flugmaschine, welche *Pettigrew* abgebildet hat. (Ortsbeweg. d. Tiere. Internat. Bibl. Bd. X. S. 184.) Die Idee der übereinanderliegenden Aeroplane rührt nach *Pettigrew* von *F. H. Wenham* her, der sie in seinem Aufsatze „Aërial locomotion" (World of Science, 1867) mitgeteilt hat. *Lilienthal* hat nach dem Muster dieses seines Flugmodells seinen letzten Flugapparat hergestellt. Die damit unternommenen Flugversuche führten zu vielverheissenden und ermutigenden Ergebnissen, und *Lilienthal* hoffte, damit den Beweis geliefert zu haben, dass das Problem der Konstruktion von brauchbaren Apparaten für den persönlichen Schweb- und Segelflug gelöst sei.

Das traurige Geschick, das den kühnen Versuchen *Lilienthals* im vorigen Sommer ein so jähes Ende machte, hat leider gezeigt, dass er sich bezüglich der Stabilität seiner Apparate in einem verhängnisvollen Irrtum befand. Lange Zeit hindurch hatte er versucht, die besten Formen für seine künstlichen Flügel zu ermitteln. Als solche betrachtete er diejenigen, die einen möglichst grossen tragenden Luftwiderstand ergaben. Das waren die hohlen, unterwärts konkaven Formen, die er fortan ausschliesslich für seine Zwecke verwandte. Aber schon die ersten Flugversuche, die er mit solchen hohlen Flügeln anstellte, führten ihm die damit verbundene Absturzgefahr in so unverkennbarer Weise vor Augen, dass er fernerhin nur mit ganz flachen Wölbungen experimentierte. Dadurch wurde denn zwar die Gefahr erheblich verringert, aber keineswegs vollkommen beseitigt; und die Apparate blieben daher noch immer weit entfernt von dem Grade der Sicherheit und Stabilität, den man unbedingt von einem Flugkörper verlangen muss, wenn demselben ein Menschenleben anvertraut werden soll. Es war das Verhängnis *Lilienthals,* dass er durch seine Widerstandsmessungen die Entdeckung der Ueberlegenheit der hohlen Flugflächen über die anders gestalteten (bezüglich des tragenden Widerstandes) gemacht hatte. Er erblickte daher in den Flügelwölbungen das wichtigste Merkmal eines guten Flugapparats; und die Natur, welche derartige Wölbungen in den Flugorganen der kleinflügeligen Rudervögel (z. B. der Hühner) in so auffälliger Weise entwickelt hat, schien ihm Recht zu geben. So schritt er als Mann der That zu persönlichen Flugversuchen, in der Ueberzeugung, dass nur durch praktische Erfahrung weitere Fortschritte in der Konstruktion der Flugapparate erzielt werden könnten. Und doch waren die Fragen der Stabilität, insbesondere die Frage über den Einfluss der Flächenformen auf den Gang der Flugbewegung in bewegter Luft — teils noch nicht befriedigend beantwortet, teils nicht einmal gestellt. Die Nachfolger *Lilienthals* — und an solchen wird es trotz alledem nicht fehlen — werden die gewonnenen Erfahrungen zu beherzigen, und mit Vorsicht die Lösung des praktischen Flugproblems weiter zu verfolgen haben. Ihnen werden die folgenden rein wissenschaftlichen Untersuchungen von Interesse und hoffentlich auch von Nutzen sein.

2. Über das Wesen der Schwankungen passiver Flugkörper.

Die unvermeidlichen Schwankungen, welche ein mehr oder weniger tafelförmiger Schwebapparat während der translatorischen Flugbewegung ausführt, sind den stationären Schwankungen eines Wagebalkens vergleichbar. Beide kommen in gleicher Weise dadurch zu stande, dass der Schwerpunkt und der Unterstützungspunkt ihre Lage zu einander wechseln.

Bei der Wage pendelt der nahe unter dem Aufhängepunkte (Widerstandspunkte) liegende Schwerpunkt des beiderseits gleich belasteten Wagebalkens abwechselnd nach rechts und nach links aus der Vertikalebene des Aufhängepunktes hinaus, sodass nun aus Schwerkraft und Widerstand das drehende Kräftepaar entsteht. Mit dem Fortschreiten der Drehung gelangt der Schwerpunkt wieder unter den Aufhängepunkt. Damit verschwindet das Kräftepaar, nicht aber die Drehung, die in Folge des Beharrungsvermögens fortdauert, bis sie durch ein neues, entgegengesetztes Kräftepaar aufgehoben wird. Dieses Kräftepaar erscheint mit dem Auftauchen des Schwerpunktes jenseits der Vertikalebene des Aufhängepunktes. Dasselbe beseitigt aber nicht nur die vorhandene Drehung, sondern bewirkt auch jedesmal eine gleichstarke Drehung im entgegengesetzten Sinne. Daher kommen bekanntlich die Schwankungen einer Wage oder eines physischen Pendels erst nach mehr oder weniger langer Zeit in Folge von Reibungswiderständen an den Aufhängepunkten, sowie wegen des Luftwiderstandes zur Ruhe. Von der Empfindlichkeit der Wage hängt es ab, ob die durch irgend eine Störung des Gleichgewichts, etwa durch ein einseitiges Übergewicht, veranlassten Schwankungen mit grossem oder kleinem Ausschlagswinkel erfolgen, ob sie lange Zeit andauern, oder schnell abnehmen und aufhören. Eine Wage mit kurzem, schweren Wagebalken und tiefliegendem Schwerpunkt des letzteren schwankt weniger stark und kommt schneller zur Ruhe, als eine andere mit langem und leichtem Balken, dessen Schwerpunkt nahe unter dem Unterstützungspunkt liegt. Überempfindlich ist eine Wage, wenn der Schwerpunkt zu nahe am Unterstützungspunkt liegt, oder mit ihm zusammenfällt. Das geringste Übergewicht bewirkt dann ein Herabsinken der einen Wagschale, ohne nachfolgende Rückschwankung.

Bei der Falltafel oder dem Schwebapparat liegen die Verhältnisse allerdings zum Teil anders. Wenn bei der Wage Unterstützungspunkt und Drehungspunkt zusammen fallen, während der Schwerpunkt seine Lage zur vertikalen Ebene der Drehungsachse ändert, so fällt hier der Drehungspunkt mit dem Schwerpunkte zusammen und der Unterstützungs- oder Widerstandspunkt wechselt die Lage. Ausserdem erfolgt hier die Drehung um eine freie, nicht im Achsenlager ruhende, dort um eine feste Achse. Die Schwankungen eines Schwebapparates werden also auch nicht, wie die einer Wage, durch Reibungswiderstände der Achsen gehemmt.

Von diesen nebensächlichen Unterschieden abgesehen, sind aber die mechanischen Bedingungen der Stabilität und Empfindlichkeit bei der Wage und den Schwebekörpern im Prinzip identisch. Von beiden verlangt man Stabilität. Eine gute Wage muss empfindlich sein, von einem guten Schwebapparat hat man das Gegenteil zu fordern.

Wie die Unempfindlichkeit und Stabilität einer Wage durch Tieferlegung des Schwerpunktes gesteigert wird, so lässt sich auch bei den Schwebapparaten durch möglichst tiefe Anordnung der Last unterhalb der Flugfläche der gleiche Erfolg erzielen. Bei den excentrisch belasteten Flugkörpern, an denen die Schwerkraft ausser der vertikalen, auch eine horizontale Bewegung hervorruft, bleibt jedoch zunächst zu beachten, dass durch die starren Verbindungen zwischen Last- und Flugfläche der hemmende Stirnwiderstand nicht zu sehr vergrössert werde.

Die älteren Schwebapparate *Lilienthals* verdankten offenbar ihre geringe Stabilität — abgesehen von der später zu betrachtenden gefahrvollen Konkavität — in erster Linie der nicht hinreichend tiefen Lage des Schwerpunktes. Es war dafür ohne Zweifel das Muster der schwebenden Vögel massgebend gewesen, deren Schwerpunkt beim mehr horizontalen oder ansteigenden Schweben stets ziemlich nahe unter den Flugflächen liegt. Diese Lage hat aber zur Voraussetzung, dass unbeabsichtigte, momentane Verschiebungen des Widerstandspunktes, wie sie durch jede Intermittenz der bewegten Luft erzeugt werden, durch ebenso prompte aktive Gegenmassregeln des Fliegenden in ihrer Wirkung ausgeglichen werden. Der segelnde Vogel vollbringt dies durch gelegentliche Flügelschläge, und mehr noch durch geeignete Aenderung der Grösse, Form und Stellung seiner Flugflächen. Hierzu besitzt er neben einer angeborenen, durch die Eleganz des natürlichen Mechanismus bedingten Fähigkeit, eine durch fortwährende Übung bis zur höchsten Vollkommenheit gesteigerte Geschicklichkeit, und die Bewegungen, welche er zur Vermeidung von Schwankungen vollführt, machen durchaus den Eindruck des anstrengungslosen Spiels automatischer Reflexe, welche durch die Ursachen der entstehenden Schwankungen selbst veranlasst werden.

Auch *O. Lilienthal* hatte durch besonnenes, schrittweises Vorgehen in seinen zahlreichen Versuchen eine grosse Fluggewandtheit erlangt, wie er denn mit vollem Recht die Ausführung des persönlichen Fluges als eine Aufgabe der turnerischen Geschicklichkeit betrachtete und betrachtet wissen wollte. Aber das Mittel, das er zur Stetigung der Flugbewegung im unsteten Winde benutzte, war unvollkommener, als die bezeichneten Mittel, deren sich die grossen Segler unter den Vögeln bedienen. *Lilienthal* steuerte nicht durch die Änderung beweglicher Flugflächen, sondern durch Verschiebung des Schwerpunktes unter unveränderlicher Fläche, er suchte den eintretenden Verschiebungen des Widerstandspunktes — hervorgerufen durch Änderung der Intensität und Richtung des Flugwindes — durch Änderung der Stellung seines eigenen, im Apparat hängenden Körpers und einzelner Teile desselben zu begegnen. Der Erfolg zahlloser glücklich verlaufener Flugversuche bestätigte, dass diese Steuerungsart für die bei Windstärken bis 7 m auftretenden Schwankungen des Flugwindes wohl ausreichte. Aber darüber hinaus ergaben sich Schwierigkeiten, und erst durch Tieferlegen des Schwerpunktes konnte die obere Grenze der Lenkbarkeit etwas weiter hinaufgeschoben werden. Dies geschah 1895 durch die Benutzung von Apparaten mit zwei übereinander liegenden Flächen. *Lilienthal* war überrascht und entzückt von dem ruhigen Verlauf des Fluges und der hohen Stabilität solcher Flugkörper, ohne jedoch die tiefere Lage des Schwerpunktes unter den Flugflächen

als wesentliche Ursache des Fortschrittes hervorzuheben. Wir haben auf die Flugmechanik solcher doppelflächigen Apparate weiter unten näher einzugehen. Hier soll zunächst erörtert werden:

3. Der Einfluss der mehr oder weniger tiefen Lage des Schwerpunktes beim Fluge einfacher, ebener Flugkörper.

1. bei central belasteten Flugflächen oder Fallschirmen.

Es seien in Fig. 1, I und II AB zwei gleich grosse, gleich gestaltete Flugflächen, beide seien gleich stark central belastet, jedoch so, dass bei I der Schwerpunkt S mit dem Flächenmittelpunkte M zusammenfällt, während er bei II unterhalb desselben liegt. Lässt man diese Körper aus gleicher horizontaler Lage in völlig ruhiger Luft herabsinken, so kommen beide ohne Schwankungen, (gleichzeitig und mit gleicher Geschwindigkeit) unten an. Die verschiedene Lage des Schwerpunktes ist also unter diesen, allerdings praktisch kaum innezuhaltenden Bedingungen völlig gleich gültig. Da die Resultanten der Schwerkraft p und des Luftwiderstandes w in derselben, durch M gehenden Vertikalen liegen, so lassen sich beide zu der Kraft (p - w) vereinigen, welche die Abwärtsbewegung im Medium beschleunigt. Ein Kräftepaar, das eine drehende Wirkung auf das System ausüben könnte, kommt dabei nicht zu stande.

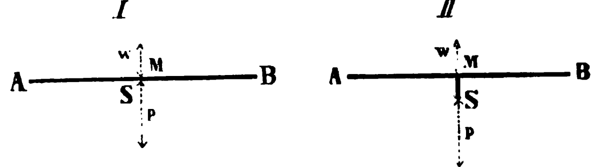


Fig. 1.

Diese Verhältnisse ändern sich in dem Augenblick, wo aus irgend einem äusseren Grunde der Luftwiderstand nicht mehr gleichförmig über die Flugfläche verteilt ist, mit anderen Worten, sobald P, der Angriffspunkt des Widerstandes, seitlich von der durch S gehenden Vertikalen liegt. In diesem Falle ergiebt sich (Fig. 2) ausser der translatorischen Resultante t = (p — w) ein Kräftepaar, dessen Moment (= w · P M) und drehende Wirkung seinem Arme, d. h., dem Abstande P M proportional ist.

Mit dem Beginn der Drehung ändert sich an beiden Fallkörpern Arm und Moment des Kräftepaares,

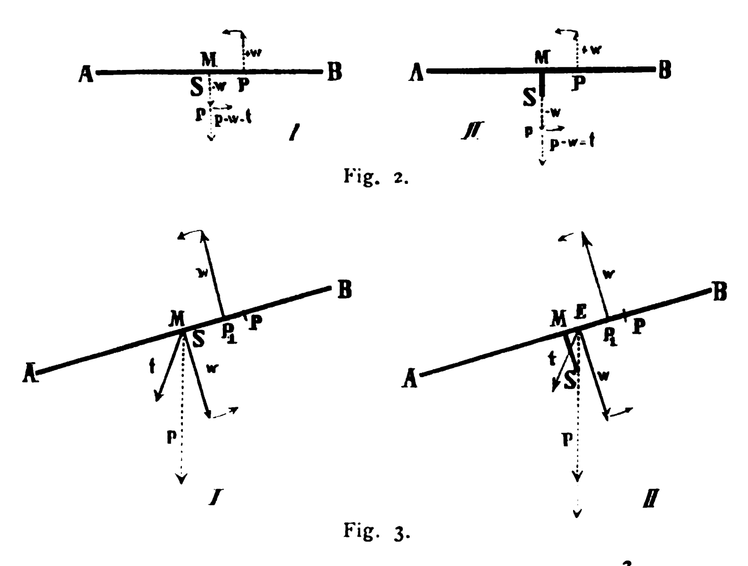


Fig. 2.

Fig. 3.

da nach dem Avanizni'schen Gesetze der Widerstandspunkt P in der Richtung nach dem nun in der Bewegung voraufgehenden Flächenrande A vorrückt. Hat sich nach Verlauf einer gewissen kleinen Zeit der Widerstandspunkt von P nach P_1 verschoben, so ist in Fig. 3 bei I das Moment nur noch $w (PM - PP_1) = w \cdot P_1M$; bei II aber ist es noch kleiner geworden, da wegen der tiefen Lage von S die durch S gehende Vertikale nicht mehr durch M geht, sondern durch den näher bei P_1 liegenden Punkt E, den wir „Epicentrum" oder Gleichgewichtspunkt nennen wollen. Das Moment ist hier also nur noch $w. (MP - PP_1 - ME) = w. EP_1$.

Daher ist auch die Drehung, welche ein excentrisch auftreffender Windstoss an einem Fallschirm mit tiefliegendem Schwerpunkte hervorruft, unter allen Umständen geringer, als an einem solchen, dessen Schwerpunkt in (oder gar über) der Fläche liegt. Wie bei der Wage wirkt auch hier die tiefere Lage des Schwerpunktes dämpfend auf die Schwankungen ein. Uebrigens ist das Zusammenfallen des Schwerpunktes S mit dem Flächenmittelpunkte M bei weitem nicht so verhängnisvoll, wie wenn bei der Wage Schwerpunkt und Aufhängepunkt einander decken, denn bei den Flugkörpern wandert der Angriffspunkt P des Widerstandes, der die Drehung verursachte, mit zunehmender Neigung leicht über M hinaus gegen den vorangehenden Flächenrand A hin, und es entsteht dadurch ein entgegengesetztes Kräftepaar, welches die anfängliche Drehung hemmt und umzukehren sucht. Liegt der Schwerpunkt tiefer als die Fläche (II), so braucht P nicht einmal bis M, sondern nur über das Epicentrum E hinaus zu wandern, um das hemmende Kräftepaar zu erzeugen. Die tiefere Lage des Schwerpunktes wirkt also nicht nur hemmend auf eine begonnene Schwankung, sondern beschleunigt auch die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts, kurz, erhöhet die Stabilität der in Rede stehenden Flugkörper.

2. Für exentrisch belastete Flugkörper, deren Bahn seitlich fortschreitet,

gilt im wesentlichen, was eben über die Fallschirme gesagt wurde. Die nebenstehende Figur 4 stelle eine Flugfläche A B dar, an welcher ausserhalb des Flächenmittelpunktes M im Punkte L eine Last starr befestigt ist, sodass der Gesamtschwerpunkt S des Apparats von der Flugfläche in L den Abstand d hat. Befindet sich der Körper während des passiven Fluges im Gleichgewicht, so ist die Flugfläche mit ihrem Vorderrande geneigt, und der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes w fällt mit dem Epicentrum E zusammen. Eine Störung des Gleichgewichts kann nur dadurch herbeigeführt werden, dass in Folge von Ungleichförmigkeiten der Luft der Widerstandspunkt P von E aus gegen A oder B verschoben wird. Wendet er sich gegen A, (Fig. 5) so hat dies eine Drehung der Flugfläche in eine mehr horizontale Lage zur Folge, wandert er aber gegen den Hinterrand B, (Fig. 6) so wird die Fläche steiler aufgerichtet. In beiden Fällen bewirkt die Drehung der Flugfläche nicht allein nach

Fig 4.

dem Avanzinischen Gesetz eine Rückwärtsbewegung des Widerstandspunktes P gegen das Epicentrum, sondern auch das Epicentrum wandert dem Punkte P entgegen. Dadurch wird somit das Zusammenfallen von E und P, die Gleichgewichtslage, schnell herbeigeführt, schneller, wie wenn der Schwerpunkt S in der Flugfläche läge und daher die Wanderung des Epicentrums nicht hinzukäme.

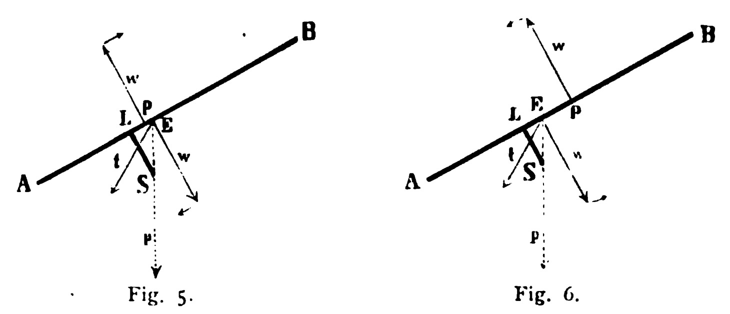


Fig. 5. Fig. 6.

Liegt S in der Flugfläche, so fallen S und E zusammen und die Lage von E ist unveränderlich; ein gestörtes Gleichgewicht kann dann nur durch Verschiebung des Widerstandspunktes P wieder hergestellt werden. Befindet sich dagegen S in einem Abstande $SL = d$ unterhalb der Flugfläche, so erkennt man leicht aus der Beziehung $LE = d \cdot tg\,\alpha$, wie sich die Lage des Epicentrums mit dem Abstande d und dem Neigungswinkel der Flugfläche gegen die Horizontale ändert. Bei vorhandenem Gleichgewicht (im Fluge) kann ohne Störung der translatorischen Bewegung eine Verschiebung des Schwerpunktes in der Geraden E S erfolgen. Nähert sich der Schwerpunkt dem Gleichgewichtspunkt E, so wird die Stabilität verringert, entfernt er sich, so wird sie vergrössert. Eine willkürliche Aenderung der Lage von S in einer anderen Richtung, etwa in der Geraden L S, bewirkt eine Verschiebung des Epicentrums E gegen den vorderen resp. hinteren Flugflächenrand und ist mit einer entsprechenden Aenderung des Neigungswinkels der Flächen und der Flugbahn verknüpft. So wusste *Lilienthal* durch Verschiebung seines Schwerpunktes bestimmend auf den Verlauf des Fluges einzuwirken. Die Vögel, welche mit hochgehobenen Flügeln steil herabschweben, verringern durch diese Flügelhaltung nicht nur den tragenden Widerstand, sondern verschieben auch durch die relative Senkung des Schwerpunktes ihr Epicentrum gegen die Mitte der Flugflächen, wo bei steilem Flug auch der Angriffspunkt des Widerstandes der Luft sich befindet.

4. Mechanik doppelflächiger Flugapparate.

1. Über den Abstand der Flugflächen.

Die Anwendung von Flugwerkzeugen mit zwei oder mehreren über einander liegenden Flugflächen hat zur Voraussetzung, dass die Wirksamkeit der einen Fläche nicht durch die andere gestört werde. Die Flugflächen müssen daher entweder — bei Fallschirmen — so weit von einander abstehen, dass die Luft, welche auf die untere der Flächen eingewirkt hat, bereits wieder so gut wie vollständig zur Ruhe gekommen ist,

wenn die obere Fläche mit ihr in Berührung kommt, oder die Anordnung muss eine solche sein, dass jede Fläche beim Fluge eine eigne, freie Bahn durch vorher unbeeinflusste Luftmassen durchschreitet. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so sind die Widerstände an den beiden Flächen verschieden, wie an zwei Segeln, von denen das eine im Windschatten des andern steht*).

Wie weit der störende Einfluss der vom Winde zuerst getroffenen Fläche nach rückwärts wirksam ist, hängt von der Grösse ihres Areals, ihrer Fluggeschwindigkeit und dem Neigungswinkel gegen die Richtung des Flugwindes ab, mit andern Worten, von der Grösse ihres Luftwiderstandes. Es lässt sich voraussehen, dass von zwei ungleich grossen Fallschirmen, welche mit derselben Geschwindigkeit unabhängig und getrennt von einander herabsinken, der grössere eine breitere Zone schwach widerstehender Luft hinter sich herziehen wird, als der kleinere. Lässt man zwei gleich grosse Fallschirme mit ungleicher Belastung niedergehen, so wird der schwerere und daher schneller fallende vermutlich eine stärkere und weiterreichende Störung der Luft an seiner Rückseite haben, als der leichtere. Hat ein Flugapparat eine seitlich fortschreitende Bewegung, sind seine Flächen unter einem spitzen Winkel gegen den Flugwind geneigt, so wird mit dem Neigungswinkel auch die ungünstig beeinflusste Luftschicht hinter der vorderen Fläche kleiner werden. Verläuft endlich die Richtung des Flugwindes†) mit den Flugflächen parallel, so wird mit dem Widerstande auch der störende Einfluss minimal, den die Flächen auf die Struktur der seitlich vorüberziehenden Luftmassen ausüben.

Lilienthal wählte als vertikalen Abstand der Flugflächen $^3/_4$ der Flächenbreite. Dies Verhältnis hatte sich ihm bei kleinen Flugmodellen als günstig erwiesen.

An genaueren, systematisch durchgeführten, experimentellen Bestimmungen über die Grösse und Abhängigkeit dieser Störungen besitzen wir bis jetzt nur die Versuche *Langley's*, die er mit dem „Plane-Dropper" ausführte**). Er benutzte Flächenpaare von 14×4 Zoll ($= 38{,}1 \times 10{,}2$ cm), die er in einem Abstande von 2, 4 und 6 Zoll ($= 5{,}1$, $10{,}2$ und $15{,}2$ cm:) untereinander befestigte und dann unter Neigungswinkeln von $+ 10^0$ bis $- 7^0$ auf dem Rundlauf seitlichen Winden bis zu 26 m Stärke aussetzte. Das Ergebnis war, dass die Luft nur in sehr geringem Abstande von der voraufgehenden Tafel gestört wird. Die Dicke der gestörten Luftschicht war bei den Versuchen durchschnittlich geringer als 4 Zoll. Im Abstande von 2 Zoll war der Luftwiderstand an dem übereinander stehenden Tafelpaare wesentlich kleiner, als er bei gleichem Areal in ungestörter Luft gewesen wäre.

Sehr interessanten Aufschluss über die Erstreckung und Eigenart der Störungen, welche ein widerstehender Körper in einem Luftstrome hervorruft, geben die im Juniheft 1896

*) Sehr anschaulich wird dies durch einen von Dr. *W. Linss* (Über die Entstehung der Wolkenstreifen. Z. d. Oest. Ges. f. Meteorol. XVIII. S. 81—89) angegebener Versuch demonstriert. Lässt man zwei aus feinem Seidenpapier angefertigte hohle Kegel in geringem Abstande die Spitze voraufniederfallen, so vergrössert sich die Geschwindigkeit des oberen Kegels, er nähert sich dem unteren und legt sich endlich in den Innenraum desselben hinein.

**) *Langley:* Experiments im Aerodynamics. — Smithonian Contrib. 1891. S. 26—47.

†) Relativer Gegenwind.

der Zeitschrift für Luftschiffahrt und Phys. d. Atmosph. mitgeteilten Experimente von Dr. *Ludwig Mach* in Wien. Dieser Forscher machte die Luft direkt sichtbar, indem er sie, vor dem Eintritt in ein der Quere nach durchsichtiges Rohr, durch eine Heizvorrichtung erwärmte. Es entstand so ein Gemisch von wärmerer und kälterer Luft, welche wegen ihres an den verschiedenen Stellen ungleichen Brechungsexponenten die bekannten sichtbaren und photographisch fixierbaren Schlieren bildete. In diesen Strom wurden dann verschieden gestaltete Körper gebracht und bei Magnesiumblitzlicht photographiert. Obgleich die Aufnahmen in erster Linie nur dazu bestimmt sind, die Feinheit und technische Durchführbarkeit der Methode zu beweisen, so geben sie doch schon einen trefflichen Einblick in den Verlauf der Luftströmungslinien und lassen erkennen, wie weit auf beiden Seiten der Hindernisse die Bewegung der Luftteilchen gestört ist. Eine weitere Ausnutzung dieser photographischen Methode wäre nicht nur für die in Rede stehende Frage sehr erwünscht, es würden sich auch weitere, für die Theorie des Luftwiderstandes sehr wertvolle, ja entscheidende Resultate dadurch erzielen lassen.*)

2. Ueber Gleichgewicht und Stabilität doppelflächiger Flugapparate.

Für die einflächigen Flugapparate galt als wesentliche Bedingung für das Gleichgewicht beim Fluge: das Zusammenfallen des Widerstandspunktes P mit dem Schwerpunkte resp. dem Epicentrum. Bei den doppelflächigen Apparaten — wenn wir zunächst solche mit einem Paare gleichgrosser, paralleler Flächen in's Auge fassen (Fig. 7) — ist diese Bedingung nur für Fallschirme mit centraler Lage des Schwerpunktes resp. der Epicentren beider Flächen und vertikaler Flugbahn erfüllbar. Sobald solche Apparate in Folge seitlicher, excentrischer Lage des Schwerpunktes auch eine seitliche translatorische Bewegung erfahren und daher schräg gegen die Schwerkraftrichtung geneigt sind (Fig. 8), liegen die beiden Epicenten nicht mehr in homologen Punkten der Flächen, sondern um so mehr dem hinteren Flächenrande genähert, je weiter die betreffende Fläche vom Schwerpunkt entfernt ist. Da nun die Widerstandspunkte in homologen Flächenpunkten liegen, so können sie nicht an beiden Flächen mit den Epicentren zusammenfallen. Die Gleichgewichtsbedingungen müssen daher hier andere sein, als bei einflächigen Körpern.

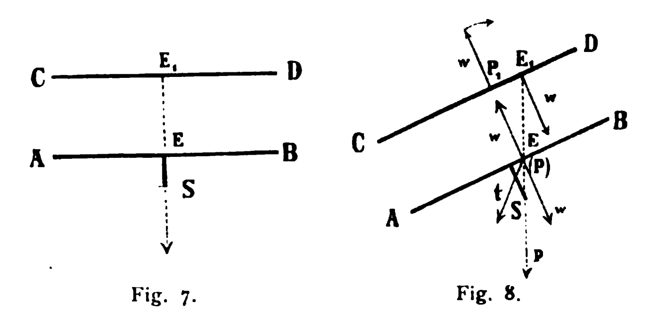


Fig. 7. Fig. 8.

*) So wird z. B. schon durch *Mach's* Fig. 8 die mit so grossem Fleisse ausgearbeitete Lufthügeltheorie des Herrn *von Loessl* (Die Luftwiderstandsgesetze. Wien 1896) über den Haufen geworfen. Diese eine Figur giebt über das Verhalten der Luft an einer widerstehenden Fläche mehr Auskunft, als alle die phantasievollen Konstruktionen *Loessl's*: sie zeigt, dass ein Lufthügel von der Art der *L.*'schen Theorie gar nicht existiert, und dass es unstatthaft ist, die Verhältnisse an der Rückseite so zu vernachlässigen, wie es durch *von Loessl* geschah, in dem Bestreben, einfache mathematische Formeln für den Luftwiderstand abzuleiten.

Um diese Bedingungen zu ermitteln, hat man sich zunächst vorzustellen, der Widerstandspunkt P falle mit dem Epicentrum E der unteren Fläche (Fig. 8) zusammen. Durch das Zusammenwirken des Gewichtes p und des Luftwiderstandes w kommt alsdann an der unteren, für sich im Gleichgewicht befindlichen Fläche nur eine translatorische Resultante t = (p — w) als geometrische Differenz von p und w zur Geltung. An der oberen Fläche dagegen hat zwar der Widerstandspunkt P_1 denselben Abstand vom vorderen Flächenrande, wie der Widerstandspunkt P der unteren Fläche, aber P_1 deckt sich nicht mit dem oberen Epicentrum, und es gelangt daher an der oberen Fläche ein Kräftepaar w • (P_1 E_1) zur Wirkung, das den Flugapparat im rechtsläufigen Sinne zu drehen strebt.

Nimmt man umgekehrt an, es falle an der Oberfläche der Widerstandspunkt P_1 mit dem Epicentrum E_1 zusammen (Fig. 9), so entsteht an der unteren Fläche ein linksdrehendes Kräftepaar w. (P E). Dieses Kräftepaar dreht den Apparat in eine steilere Stellung. Dabei werden die Epicentren weiter gegen die hinteren Flächenränder geschoben. Zugleich aber wandern die Widerstandspunkte nach dem Avanzinischen Gesetze weiter nach vorn und gelangen so auch in die Lage der Punkte P und P_1 (Fig. 10) deren Abstände von den vorderen Flächenrändern die Mitte halten zwischen A E und C E_1. Hier ist also P E = P_1 E_1, die Widerstandspunkte liegen auf beiden Flächen gleich weit von den Epicentren und zwar an der oberen davor, an der unteren dahinter. Unter diesen Verhältnissen ergeben sich oben und unten zwei gleich grosse, entgegengesetzt drehende Kräftepaare w_1 · P_1 E_1 und w • P E, welche sich, da sie an dem starr verbundenen Flächenpaare in einer (vertikalen) Ebene liegen, das Gleichgewicht halten. Verschiebt man nämlich die Seitenkräfte w_1 und (—w_1) des oberen Kräftepaares in ihrer Richtung, sodass (—w_1) in T und w_1 mit w zusammen in P angreift, so sieht man, dass in der That an dem System E P T die vier Kräfte der beiden Kräftepaare im Gleichgewicht stehen.

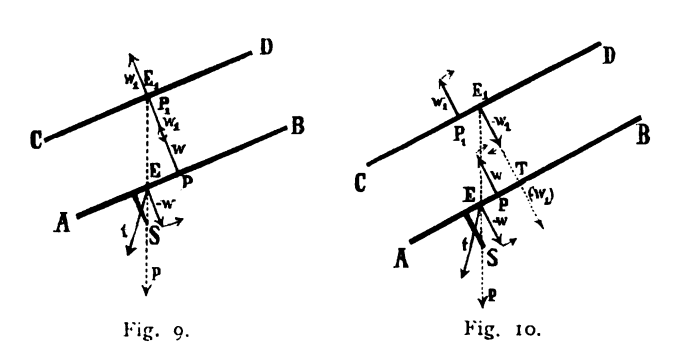


Fig. 9. Fig. 10.

Ist p das Gewicht des ganzen Apparats, so bleibt als translatorische Resultante nur die geometrische Differenz A = [p — (w + w_1)] übrig.

Ist allgemein die Summe der Widerstände w + w_1 gleich der ganzen normal zu den Flugflächen gerichteten Komponente E N (Fig. 11 I.) der Schwere, so erscheint die translatorische Resultante t als in der Richtung der Fläche nach vorn wirkende Komponente der Schwerkraft, und die Bewegung ist ein Gleiten in der Richtung von B nach A. Ist dagegen (w + w_1) kleiner als die Normalkomponente E N (Fig. 11 II.), so ist die Resultante t entsprechend abwärts gerichtet. Ist endlich bei vorübergehender Zunahme des Widerstandes (w + w_1) grösser als E N, (Fig. 11 III.), so weicht die Richtung von t nach oben hin von der Flugfläche ab, und die Bewegung des Ganzen geht schräg nach vorn und aufwärts.

Das Hauptergebnis der vorstehenden Betrachtungen ist, dass ein Flugapparat, der zwei gleichgrosse, gleichgestaltete und in hinreichendem Abstande parallel übereinander befestigte Flächen besitzt, unter der Bedingung im Gleichgewicht schwebt, dass die Angriffspunkte P und P_1 des Widerstandes von den zugehörigen Epicentren E und E_1 gleichen Abstand haben. Dies setzt voraus, dass die Luft völlig homogen, und die Widerstandsverhältnisse an beiden Flächen genau übereinstimmend seien. In Wirklichkeit ist dies jedoch nicht der Fall, die Struktur der Luft ist vielmehr um so ungleichförmiger, je mehr sie durch herrschende Winde erregt ist. Jede Schwankung der Intensität und Richtung des Luftwiderstandes ist aber auch im allgemeinen mit entsprechenden Verschiebungen der Angriffspunkte P und P_1 verbunden. Dadurch wird bald das obere,

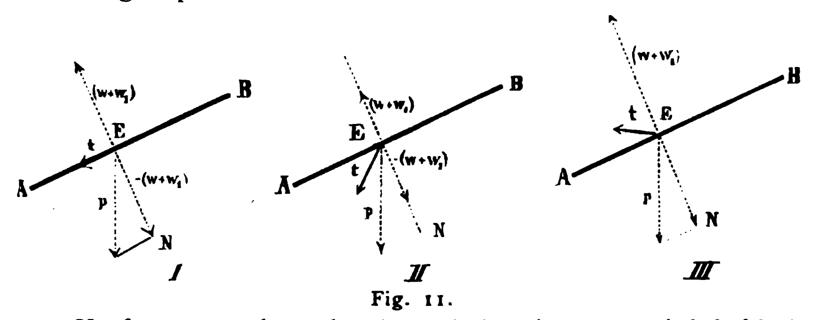


Fig. 11.

bald das untere Kräftepaar vorherrschend, und der Apparat wird bald in dem Sinne des oberen, bald in dem des unteren Kräftepaares gedreht, wie ein einflächiger Apparat, bei dem aus gleicher Veranlassung der Widerstandspunkt um den Schwerpunkt resp. das Epicentrum schwankt. Was aber der zweiflächige Apparat vor dem einflächigen voraus hat, ist dass durch die Teilung der Flugfläche das Moment des aufkippenden Kräftepaares verringert wird. Für zwei in einer Ebene liegende und durch ein Intervall von einander getrennte Flächenhälften ist dies bereits durch *Edm. Gerlach* nachgewiesen. (Ableitg. gewisser Bewegungsformen geworfener Scheiben etc. Z. f. Luftschiff. 1886, S. 71). Für solche Flächenpaare ist danach der Luftwiderstand gegen jeden Flächenteil nur halb so gross, die Verschiebung des Widerstandspunktes wegen der halben Breite nur halb so gross, das Moment des aufkippenden Kräftepaares also ein Viertel, für beide Teile zusammen wieder halb so gross, als bei der ungeteilten Scheibe. Nach den Versuchen Avanzini's, die damals *Gerlach* noch nicht bekannt waren, ist zwar die Verschiebung grösser, als *Gerlach* annimmt, allein sie ist jedenfalls geringer, als bei der ungeteilten Fläche, und darum ist auch das Moment des Paares an der ganzen Fläche grösser, als an der geteilten. Was *Gerlach* über die Vergrösserung des Trägheitsmomentes geteilter Platten sagt, gilt nicht für unsere übereinander liegenden Platten, denn das Trägheitsmoment wird durch diese Anordnung der Flächenhälften nicht vergrössert, sondern verringert. Allerdings würde eine Vergrösserung des Trägheitsmomentes den Apparat unempfindlicher machen gegen die Wirkung des Kräftepaares, aber, einmal in Schwankungen versetzt, was ja in freier Luft unvermeidlich ist, wird mit dem Trägheitsmoment auch die Gefahr des vollen Ueberschlagens vergrössert sein. Wenn ausser der Verringerung des

Moments des Kräftepaares noch eine andere Ursache die Stabilität der doppelflächigen Apparate erhöht, so kann es nur die tiefere Lage des Schwerpunktes sein, die an der oberen Fläche so beträchtliche Verschiebungen des Epicentrums verursacht.

Wir haben bei der Besprechung der einflächigen Flugkörper gesehen, wie die Verschiebungen des Epicentrums mit dem Abstande des Schwerpunktes von der Flugfläche und der Tangente des Neigungswinkels zunehmen und wie dadurch im gleichen Maasse die Wiederherstellung des etwa gestörten Gleichgewichts beschleunigt wird.

Dasselbe gilt auch für die zweiflächigen Apparate. Jede Änderung der vorhandenen Gleichgewichtslage, jede geringe Drehung des Apparats ist von einer Verschiebung der Epicentren begleitet, welche das Moment des die Drehung bewirkenden Kräftepaares abschwächt, dasjenige des entgegengesetzt drehenden, also hemmenden Paares dagegen verstärkt. Dies ist leicht zu zeigen. Es sei in Folge einer Gleichgewichtsstörung der Apparat A B C D (Fig. 12) um einen kleinen Winkel α gedreht, so schneidet die durch den Schwerpunkt gezogene Schwerkraftrichtung die Flächen nicht mehr in E und E_1, sondern in E' und E_1'. Man sieht, dass dadurch der Arm des unteren Kräftepaares, das die Drehung bewirkt hatte, um das Stück E E' verkürzt ist, während zugleich der Arm des zweiten, vorher schwächeren hemmenden Paares um die Strecke $E_1 E_1'$ vergrössert ist. Wie die Arme, ändern sich die Momente.

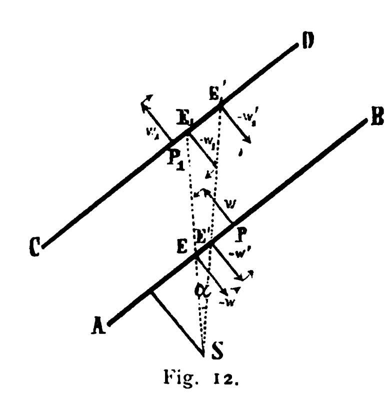


Fig. 12.

Läge der Schwerpunkt nicht unter, sondern in der unteren Flugebene, etwa in E, so würde bei eintretender Drehung eine Verschiebung des Epicentrums nur an der oberen Fläche eintreten, die beginnende Schwankung würde also nicht ganz so prompt gehemmt werden, wie im vorigen Falle, wo das aktiv drehende, untere Paar gleichzeitig abgeschwächt wurde.

Noch geringer ist die Hemmung, wenn der Schwerpunkt S über der unteren Flugfläche liegt (Fig. 13). Eine durch das untere Kräftepaar bewirkte Drehung des Systems vergrössert zwar noch durch die Wanderung des oberen Epicentrums Arm und Moment des hemmenden, oberen Paares, aber da das untere Epicentrum, jetzt besser Hypocentrum H zu nennen, gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung wandert, wie das obere, so wird auch zugleich Arm und Moment des aktiven Paares vergrössert und dadurch der Erfolg der Hemmung verzögert.

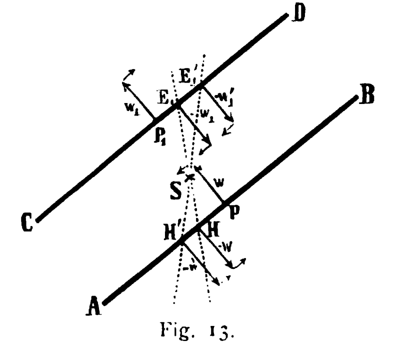


Fig. 13.

Liegt der Schwerpunkt genau in der Mitte zwischen den beiden gleichwertigen Flugflächen, so wird der Vorteil der Wanderung des Epicentrums aufgehoben, und die Stabilität des zweiflächigen Apparats ist dann keine grössere, als die eines einflächigen, dessen Schwerpunkt

in der Fläche liegt, und dessen Stabilität allein durch die Verschiebungen des Widerstandspunktes nach Massgabe des Avanzini'schen Gesetzes bedingt wird. Diese Verschiebungen finden ja immer statt, sobald der Neigungswinkel der Flugflächen gegen den Flugwind sich ändert; je kleiner dieser Neigungswinkel, desto weiter wandert der Widerstandspunkt gegen den vorderen Flächenrand. Hat z. B. (Fig. 14) das untere Kräftepaar eine Drehung des Apparats bewirkt, so ist dadurch der Neigungswinkel gegen den Flugwind verkleinert, und die Angriffspunkte P und P_1 sind gleichzeitig nach P' und P_1' vorgerückt. Die Drehung allein ruft also regulierend und selbststeuernd eine Schwächung des drehenden und eine Verstärkung des hemmenden Kräftepaares hervor. Innerhalb welcher Grenzen die Verschiebung des Widerstandspunktes allein genügt, den Apparat während des Fluges aufrecht zu erhalten und vor starken Schwankungen, Oscillationen und Rotationen zu sichern, haben die eben mitgeteilten Versuche mit den verschiedenen Fallkörpern dargethan.

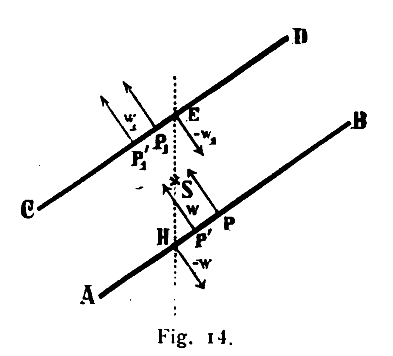


Fig. 14.

Denkt man sich den Schwerpunkt aus der indifferenten Mittellage noch weiter gegen die obere Flugfläche verschoben, so ist die Stellung positiv nachteilig für die Stabilität, denn die Drehung des unteren Kräftepaares wird durch die dann eintretende Verschiebung des unteren Epicentrums noch verstärkt, während doch nur eine geringe Vergrösserung des Momentes des oberen, hemmenden Paares eintritt. Der Apparat hat daher die Tendenz überzukippen und oscillatorisch mit der oberen Fläche nach unten fortzuschweben oder zu rotieren.

Die obigen Mitteilungen über doppelflächige Flugkörper bezogen sich zunächst auf solche Apparate, deren Flächen gleichgross und senkrecht übereinander befestigt waren. Die ermittelten Bedingungen des Gleichgewichts und der Stabilität haben aber ganz allgemeine Gültigkeit für jeden beliebigen, symmetrisch gestalteten Flugapparat. Immer ist für das ruhige Schweben erforderlich, dass die Summe der Momente der vor der Epicentrale — d. h. Lotlinie durch den Schwerpunkt — liegenden Kräftepaare gleich ist der Summe der Momente der hinter der Epicentrale angreifenden Paare; und die Stabilität ist um so grösser, je tiefer der Schwerpunkt unterhalb des mittleren Flächenniveaus liegt.

Sind die Luftwiderstände, welche zwei mit einander verbundene Flugflächen erfahren, von verschiedener Grösse, — sei es, weil die Flächen ungleich gross, verschieden geformt oder geneigt sind, oder weil der Zustand der durchschnittenen Luft veränderlich ist, — so stellt sich der Apparat durch eine entsprechende Drehung so in die Gleichgewichtslage ein, dass, wie in Fig. 15, die Abstände der Widerstandspunkte von den Epicentren sich umgekehrt verhalten, wie die zugehörigen Widerstände: $w : w_1 = P_1 E_1 : P E$, woraus dann folgt: $w_1 \cdot P_1 E_1 = w \cdot P E$, das ist die Gleichheit der Momente der entgegengesetzt wirkenden Kräftepaare, das Gleichgewicht.

Vorausgesetzt ist bei allen diesen Betrachtungen, dass die Flugapparate in seitlicher Richtung völlig symmetrisch gebaut, oder dass doch die Luftwiderstände an den gegenüberliegenden Hälften gleichwertig und symmetrisch sind. Ist diese Bedingung wegen mangelhafter Konstruktion oder wegen der Ungleichförmigkeiten der bewegten Luft nicht erfüllt, so liegt auch die Resultante des Widerstandes nicht mehr in der durch den Schwerpunkt gehenden vertikalen Symmetrieebene, sondern seitlich davon. Daher ergeben sich jetzt aus Widerstand und Schwerkraft Kräftepaare, welche den Apparat auch in seitlicher Richtung (frontal) zu drehen streben. Der Apparat wird

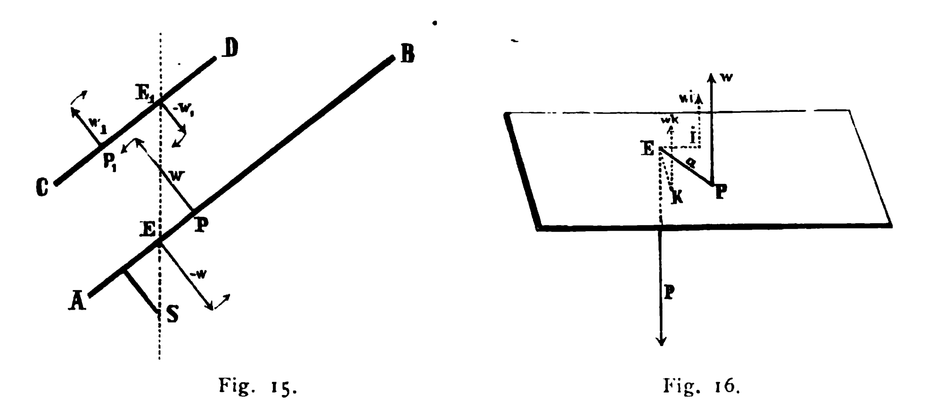


Fig. 15. Fig. 16.

dadurch nicht nur in der Richtung von vorn nach hinten, sondern auch seitlich geneigt, und die translatorische Resultante ist alsdann nach vorn und seitlich gerichtet. Letztere erteilt dem Apparat eine seitliche Beschleunigung, die ihn fortwährend aus seiner Richtung ablenkt, sodass er auf spiraliger Schraubenbahn fortschreitet.

Um diese Verhältnisse im einzelnen näher zu verfolgen, hat man das Kräftepaar w • P E (Fig. 16), zu zerlegen in ein seitlich drehendes wi • I E und ein in der Symmetrieebene wirkendes wk • K E.

Bezeichnet man dann den Arm P E mit a, und den Winkel P E K, den diese Strecke mit der Symmetrieebene bildet mit β, so erhält man, da I E $=$ a sin β und wi $=$ w • sin β:

$$\text{wi} \cdot \text{I E} = \text{a} \cdot \text{w} \cdot \sin^2 \beta \text{ und ebenso wk} \cdot \text{E K} = \text{a} \cdot \text{w} \cdot \cos^2 \beta$$

als Momente der beiden Kräftepaare, deren Summe $=$ a • w ist.

Die Herstellung des Gleichgewichts vollzieht sich für beide Kräftepaare genau in der Weise, wie es oben für die in der Symmetrieebene liegenden Paare eingehender besprochen wurde. Die Drehung, welche die Kräftepaare bewirken, hat zur Folge, dass das Epicentrum E und der Widerstandspunkt P einander entgegen wandern, bis sie bei einflächigen Apparaten schliesslich beide zusammenfallen, und somit die Kräftepaare selbst verschwinden. Bei doppelflächigen Apparaten geht die Drehung nur so weit, dass die Kräftepaare beider Flächen symmetrisch um die Epicentrale — d. i. die durch den Schwer-

punkt S gehende Vertikale — angeordnet sind und sich paarweise das Gleichgewicht halten. Dies ist der Fall, wenn die Widerstandspunkte P und P_1 (Fig. 17 mit den Epicentralen E E_1 in einer Ebene liegen, und wenn die Entfernungen der Widerstandspunkte von den Epicentren im umgekehrten Verhältnis zu einander stehen, wie die zugehörigen Widerstände.

Um die **translatorische Resultante** zu bestimmen, denken wir die Resultante p der Schwerkraft in ihrer Richtung, — der Epicentrale — verschoben, und von ihrem Betrage soviel in E und E_1 in Anspruch genommen, als zur Bildung der Kräftepaare des Luftwiderstandes erforderlich ist. Wie aus nebenstehender, in der Ebene der Kräftepaare ausgeführten Konstruktion (Fig. 18) ersichtlich, ist dieser Anteil von p am Epicentrum E gleich

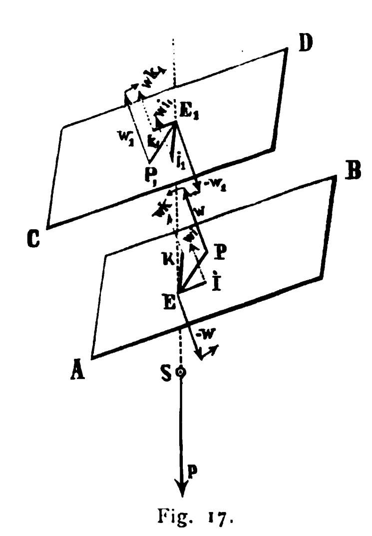


Fig. 17.

$$E\,Q = \frac{w}{\sin\alpha}.$$

Bildet man ihre geometrische Differenz mit — w, so erhält man als translatorische Seitenkraft der Schwere:

$$„E\,T = \frac{W}{\cos\alpha}."$$

Dieselbe liegt in der Flugfläche in der Richtung des Armes P E des Kräftepaares und ist nach vorn und seitwärts gerichtet. Eine gleich starke und gleichgerichtete Kraft $E_1 T_1$ ergiebt sich event. an der oberen Flugfläche des Apparats. Beide wirken neben dem Rest der Schwere (p - 2 E Q) beschleunigend auf den Körper ein, oder halten, sofern der Flug mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortschreitet, den hemmenden Luftwiderständen das Gleichgewicht.

Die letzteren sind bei allen natürlichen und guten künstlichen Flugapparaten minimal, solange die Richtung der Fortbewegung in die Symmetrieebene des Körpers fällt, d. h. solange die Bewegung im Medium geradeaus nach vorn geht. Sobald aber die Bewegungsrichtung mit der Symmetrieebene einen Winkel bildet, oder der Flugwind schräg seitlich auf den Apparat trifft, nimmt der nicht tragende seitliche und der hemmende, oder Stirn-Widerstand zu, da die Luft nun gegen alle nach unten und oben vortretenden, nicht tragenden Flächen einwirkt. Man kann diese Flächen in ihrer Gesamtheit als horizontale Steuerflächen bezeichnen. *Lilienthal* ersetzte sie durch eine in der Symmetrieebene hinten angebrachte vertikale Fläche. Trifft nun ein seitlicher Widerstand diese Fläche z. B. im Punkte M (Fig. 19), so bildet er mit dem seitlichen Teile der in der Flugfläche liegenden translatorischen Komponente ET ein Kräftepaar, welches den ganzen Apparat um eine vertikal zur Flugfläche stehende Achse dreht, bis derselbe die Stellung des geringsten Widerstandes angenommen hat. Diese Stellung

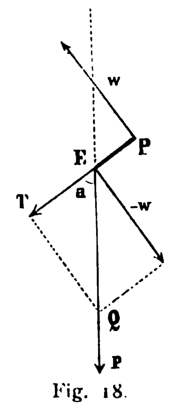


Fig. 18.

Fig. 19.

aber kann den Apparat nicht erreichen, so lange der tragende Widerstand unsymmetrisch auf die Flugflächen verteilt ist. So lange dies der Fall ist, findet daher auch die Drehung der Flugflächen statt. Wie diese fortwährend und ebenmässig ihre Richtung ändern, so auch die Flugbahn, die daher den spiraligen Verlauf einer Schraubenlinie annehmen muss.

Ein wichtiges Glied im System der Flugkräfte bedarf noch einer näheren Beleuchtung. Es ist die Frage, wie der Schub der translatorischen Komponente E T auf den Schwerpunkt wirkt, oder welchen Einfluss die Höhe des Epicentrums über dem Schwerpunkt auf den Gang der Flugbewegung ausübt.

Da die translatorische Komponente E T nicht im Schwerpunkte S selber, sondern in dem oberhalb desselben liegenden Epicentrum E angreift, so muss sie eine Drehung des ganzen Systems um den Schwerpunkt bewirken, wie eine seitliche Kraft, die ein stabförmiges Pendel in Bewegung setzt. Die Intensität dieser Drehung ist offenbar von der Entfernung des Epicentrums vom Schwerpunkte — dem Epicentralabstande oder der epicentrischen Höhe — abhängig. Je weiter diese beiden Punkte auseinander liegen, oder je tiefer der Schwerpunkt liegt (Fig. 20 I., II.), desto energischer und schneller wird auch die Drehung erfolgen; und je dichter der Schwerpunkt unter dem Epicentrum resp. der Flugfläche liegt, desto mehr Zeit wird die Kraft E T gebrauchen, um die Masse des ganzen Systems in Bewegung zu setzen, desto langsamer, ruhiger wird also die drehende Bewegung verlaufen. Nur für den Fall, dass der Schwerpunkt in der Flugfläche liegt (Fig. 20 III), S und E also zusammenfallen, würde die Kraft E T nicht drehend, sondern rein translatorisch wirken. Dieser Fall ist aber, wie weiter oben des Näheren gezeigt wurde, mit dem Nachteil verbunden, dass die auf andere Weise, durch Unregelmässigkeiten des Luftwiderstandes erzeugten Schwankungen leicht zu einem vollen Umkippen der Flugflächen führen, und zu einem Übergang der Flugbewegung in Rotation und Absturz.

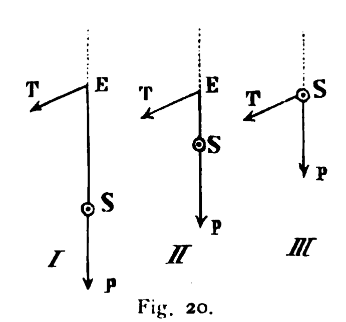


Fig. 20.

Die Drehung des Systems, welche die epicentrische Triebkraft E T hervorruft, hat nicht notwendig eine volle Rotation zur Folge. Denn mit der beginnenden Drehung wird ja der Neigungswinkel der Flächen gegen den Flugwind verkleinert, und daher die Resultante des Luftwiderstandes zwar verringert, aber auch vom Epicentrum fort nach vorn verschoben, während zugleich das Epicentrum nach der entgegengesetzten Seite wandert. So entsteht denn schnell ein energisch wirkendes Kräftepaar, das die begonnene Drehung hemmt und umkehrt, und so statt der Rotation eine oscillatorische Schwankung in die Erscheinung treten lässt. Auch das zurückdrehende Kräftepaar wirkt um so kräftiger und schneller, je tiefer S unter E liegt, da dann die Verschiebungen des Epicentrums um so ergiebiger sind.

Es zeigt sich also, dass die unvermeidlichen Schwankungen eines Flugapparates um so kürzer und heftiger sind, je tiefer der Schwerpunkt unter

dem Epicentrum liegt; gerade so wie die Schlingerbewegungen eines Schiffes, deren Schwingungsdauer verkürzt wird, wenn der Abstand des Metazentrums vom Systemschwerpunkte zunimmt. *)

Die Schwankungen der Flugapparate hängen übrigens nicht ausschliesslich von der epicentrischen Höhe ab. Auch solche Flugkörper, deren Epicentrum und Schwerpunkt in der Flugfläche zusammenfallen, deren epicentrische Höhe daher gleich Null ist, erleiden regelmässig Schwankungen, wenn sie aus dem Zustande der Ruhe in den des Fluges — (bis zur annähernd konstanten Geschwindigkeit) — übergehen, und umgekehrt; oder mit andern Worten: solange die Fluggeschwindigkeit zu- oder abnimmt. Denn da nach den *Avanzini'schen* Versuchen der Widerstandspunkt mit der Geschwindigkeit der Flugbewegung oder der Stärke des Flugwindes seine Lage ändert, so kann kein ruhiges, schwankungsfreies Gleichgewicht bestehen, solange die Fluggeschwindigkeit keine konstante ist.

Praktisch ist eine solche konstante Fluggeschwindigkeit, ein gleichförmiger Flugwind (= relativer Gegenwind der Autoren) überhaupt nicht erreichbar, da es eine völlig ruhige Luft im Freien nicht giebt, und die unregelmässige Struktur der bewegten Luft stets Schwankungen des Flugwindes und der Flugapparate hervorrufen muss. Die Ursachen der Schwankungen liegen also nicht in irgend welchen Eigenschaften des Apparats, sondern in der Natur des Luftwiderstandes. Die Lage des Schwerpunktes, die epicentrische Höhe, ist nur, wie wir sahen, von Einfluss auf die Form, den Verlauf der Schwankungen, denn, sobald die Drehung beginnt, wird bei tiefer Schwerpunktslage durch die Verschiebung des Epicentrums schnell die Hemmung und Umkehr der Schwankung eingeleitet. Liegt dagegen der Schwerpunkt in der Fläche, so kann auch eine Hemmung nicht mehr durch Verschiebung des Epicentrums, sondern nur durch Wanderung des Widerstandspunktes bewirkt werden, da dann eben nur der letztere, nicht aber das mit dem Schwerpunkte zusammenfallende Epicentrum seinen Ort wechseln kann.

Für die rationelle Konstruktion von passiven Flugkörpern sind diese Verhältnisse von Bedeutung. Soll ein solcher Apparat für steile, ungünstige Absturzwinkel (die leicht Rotationen hervorrufen können) und in freier, bewegter Luft Verwendung finden, so wird man der möglichen Katastrophe durch tiefere Anordnung des Schwerpunktes innerhalb gewisser Grenzen vorbeugen können. Freilich wird man dabei unter Umständen energische Schlingerbewegungen, wie bei „steifen" Seeschiffen mit in den Kauf nehmen müssen. Für ruhigere Luft und günstige Abflugwinkel wird man dagegen die epicentrische Höhe ohne Gefahrerhöhung verringern dürfen und damit dem Fluge einen gleichförmigeren, ruhigeren Charakter verleihen. Die folgenden Untersuchungen werden übrigens zeigen, dass die Schwankungen auch noch durch andere konstruktive Mittel wesentlich zu beeinflussen sind.

*) Nach einem Vortrage über »Stabilität von Schiffen« (Annalen der Hydrographie und marit. Meteorologie, November 1896), den Herr Prof. Flamm (Charlottenburg) in der Mathematischen Gesellschaft zu Hamburg hielt, beträgt die Entfernung des Metazentrums vom Systemschwerpunkte ca. 400 bis 800 Millimeter. Bei Kriegsschiffen wird sie manchmal aus besonderen Rücksichten grösser gewählt. Die Schlingerbewegungen sind daher auf Kriegsschiffen oft heftiger, als auf Kauffahrteischiffen.

5. Einfluss der Excentricität des Schwerpunktes resp. Epicentrums auf den Verlauf des Fluges.

Wenn man zwei gleich grosse und gleichbelastete freischwebende Tafeln unter gleichem Neigungswinkel einem und demselben Luftstrome aussetzt, so erfahren beide denselben Widerstand und dieselbe Drehung, solange die Schwerpunkte resp. Epicentren dieselbe Lage haben. Denn bei gleich grossem Widerstande ist das Moment des drehenden Kräftepaares allein von dem Abstande des Widerstandspunktes P vom Epicentrum abhängig.

Liegt nun das Epicentrum der ersten Tafel näher nach der Tafelmitte, also weiter von P entfernt, während es bei der zweiten Tafel mehr excentrisch, dem Vorderrande und dem Punkte P näher liegt, so ist auch das Moment und die Drehung des Kräftepaares der ersten Tafel stärker, als bei der zweiten. Die erste Tafel wird demnach in heftigere Schwingungen geraten, als die zweite, und wir erhalten damit das weitere wichtige Ergebniss, dass die Schwankungen der Schwebkörper abnehmen, wenn die Excentricität des Epicentrums zunimmt (innerhalb der unten zu bestimmenden Grenzen seiner Verschiebbarkeit).

Die Excentricität des Epicentrums lässt sich dadurch steigern, dass man den Schwerpunkt näher gegen den Vorderrand der Fläche verschiebt. Es fragt sich nun, wie weit? — Die folgenden Betrachtungen, die zugleich die experimentelle Bestätigung des letzten Ergebnisses enthalten, mögen darüber Aufschluss geben.

Ein einfaches Stück steifes Papier oder Karton schwebt nur dann im Gleichgewicht, wenn es aus genau horizontaler Lage in ruhiger Luft genau der Lotlinie folgen kann. Das Epicentrum fällt hier mit dem Schwerpunkte und Flächenmittelpunkte zusammen. Die Excentricität des Epicentrums ist also gleich Null und die Empfindlichkeit eines solchen Flugkörpers für Schwankungen muss die denkbar grösste sein. Die Versuche bestätigen dies. Die geringste Abweichung des Neigungswinkels, sowie jede auf andere Weise entstehende ungleiche Verteilung des Luftwiderstandes ruft Schwankungen hervor, die im Verlauf der Fallbewegung nicht wieder zur Ruhe kommen, sondern schliesslich in starke Oscillationen und Rotationen übergehen. In der freien, stets bewegten Luft ist es daher ganz unmöglich, ein Stück Karton aus grösserer Höhe ohne alle Schwankungen herabschweben zu lassen. Durch Tieferlegen des Schwerpunktes unter die Fläche lässt sich die Stabilität so weit herstellen, dass keine Rotationen mehr eintreten; aber die Schwankungen werden dadurch doch nicht völlig aufgehoben, da ihre äussere Ursache bestehen bleibt.

Ein flugartiges, seitliches Vorwärtsschweben findet erst statt, wenn der Schwerpunkt und das Epicentrum seitlich vom Flächenmittelpunkte liegen. Ist die Excentricität eine geringe, so zeigen die Versuche, dass das Schweben auch nur (innerhalb enger Grenzen) bei einem bestimmten anfänglichen Neigungwinkel erfolgt, d. h. dass schon geringe Widerstandsdifferenzen hinreichen, Schwankungen von grosser Intensität zu erzeugen. Leicht treten Oscillationen auf, die, wie bei den vorigen Versuchen, in dauernde Rotationen übergehen.

Steigert man die Excentricität des Schwerpunktes, so zeigt sich, dass das Fortschweben ergiebiger wird und dass es innerhalb eines weiteren Spielraumes der anfänglichen Neigungswinkel stattfindet. Eine grössere Stabilität der Bewegung ist die unverkennbare Folge der weiteren Verschiebung des Schwerpunktes. Mit der Verringerung des Winkels, den die schwebende Tafel mit der Flugbahn bildet, nimmt die Fluggeschwindigkeit zu, der Flugwind wird stärker, und die durch die herrschenden Luftströmungen hervorgerufenen Unregelmässigkeiten üben einen relativ geringeren Einfluss auf den Flug aus.

Da somit für das schnelle und möglichst horizontale und stabile Schweben möglichst kleine Neigungswinkel der Tafel gegen die Bahn anzuwenden sind, so ist aus diesem Grunde eine Verschiebung des Schwerpunktes bis zu derjenigen Entfernung vom Flächenmittelpunkte geboten, bei welcher der Druckmittelpunkt alsdann seine Stelle hat.

Allein die Verschiebung des Schwerpunktes hat ihre Grenze, die nicht ohne Störung des Fluges überschritten werden darf.

Diese Lage ist wenigstens für quadratische Flächen nach der Formel Lord *Rayleigh's* zu bestimmen. Für anders gestaltete Flächen fehlt es an experimentellen Bestimmungen, bis auf die Angabe *Avanzini's*, dass der Druckmittelpunkt um so weiter nach vorn wandere, je grösser der vordere Flächenrand im Verhältniss zur Flächenbreite ist.

Verlegt man nun aber den Schwerpunkt bis an die Verschiebungsgrenze, und übergiebt die Tafel der Fallbewegung, so zeigt sich, dass überhaupt kein Schweben stattfindet, sondern die Karten fallen steil zu Boden, wie wenn der Schwerpunkt ganz an dem voraufgehenden Rande läge.

Warum schwebt die Tafel nun nicht mehr? — Weil bei dieser extremen Lage des Schwerpunktes der Widerstandspunkt nur noch einseitig zwischen dem Flächenmittelpunkte und dem Schwerpunkte wandern kann, ohne den letzteren nach vorn überschreiten zu können. Daher entsteht jetzt, wenn mit zunehmender Fallgeschwindigkeit der Widerstandspunkt von seiner äussersten Stelle ein wenig gegen den Flächenmittelpunkt hin zurücktritt, wohl ein vorwärts drehendes Kräftepaar, welches die Tafel in die vertikale Ebene einzustellen strebt, aber es kann kein zweites entgegengesetztes Paar zustande kommen, das die Rückwärtsdrehung vollführte, weil eben der Widerstandspunkt nicht weiter als bis zum Schwerpunkte vorwärts kommen kann.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, dass ein Schwebapparat mit unveränderlichen Flugflächen nur dann seinen Zweck erfüllen kann, wenn der Schwerpunkt nicht bis in die extreme vordere Lage des Widerstandspunktes vorgeschoben ist. Der Schwerpunkt muss vielmehr einwenig hinter diesem Orte zurückbleiben, wenn nicht statt des Fluges ein Absturz erfolgen soll.

Da diese Bedingung durchaus zwingend ist, so folgt wieder, wie schon früher, dass kein Schwebapparat mit festen Flächen denkbar ist, der nicht auf Änderungen der Intensität des Widerstandes mit dynamischen Schwankungen antwortete. Die Schwankungen sind also unvermeidlich, sie lassen sich aber durch geeignete Anordnung des Schwerpunktes soweit einschränken, dass sie nur noch mit minimalem Nachteil für den Flug verbunden sind.

Am vollkommensten gelingt dies allerdings erst, wenn während des Fluges der Abstand des Schwerpunktes vom Flächenmittelpunkte geändert werden kann, sei es durch Verschiebung der Belastung, wie bei *O. Lilienthal's* Flugversuchen und den Vögeln, die durch ungleiches Ausstrecken des Halses und der Beine das Gleichgewicht ihrer Längsachse beeinflussen können, sei es durch steuernde Einstellung der Flugflächen. Die Flugtiere bedienen sich meist des letzteren Mittels. Wenn sie mit kleinstmöglichen Neigungswinkeln und grosser Fluggeschwindigkeit die Luft durchschneiden, so pflegen sie die Flügel caudalwärts zurückzunehmen und zu verkleinern. Der Widerstandspunkt wird dadurch so dicht an den Schwerpunkt gerückt, dass die Schwankungen leicht und gleichsam in statu nascendi durch die Reflexbewegungen des Schwanzsteuers etc. unterdrückt werden können. Bei den grossen Schwebern und Seglern kommt hinzu, dass sie schon vermöge der Trägheit ihrer grösseren Masse und der Kleinheit ihrer Flugfläche unempfindlicher gegen geringere Intensitätsschwankungen des Flugwindes sind.

Endlich bleibt die Elasticität des Materials aller natürlichen Flugapparate hervorzuheben. Dies Material, das die Natur mit einer an's Wunderbare grenzenden Biegsamkeit und Elasticität ausgestattet hat, wird durch die normale Belastung keineswegs bis zur Elasticitätsgrenze beansprucht. Jeder Luftstoss, den der Vogel künstlich durch seinen Flügelschlag hervorruft, bewirkt vorübergehend eine weit stärkere elastische Spannung des Apparats, als die beim ruhigen Herabschweben allein wirksame Schwerkraft. Und wenn das Schweben in der bewegten freien Luft erfolgt, so bringt jede der unregelmässigen Verstärkungen des Widerstandes, welche die Folgen der böigen Struktur des Windes sind, eine analoge Erhöhung der elastischen Spannung hervor, wie ein Flügelschlag (nur mit dem Unterschiede, dass hier, beim Flügelschlag, die Flugmuskulatur aktiv und der Luftwiderstand passiv ist, während beim Segeln im Winde der Luftstoss aktiv gegen die widerstandleistende Muskulatur einwirkt). Wie der Rückschlag des Flügels die elastische Spannung herabsetzt, so geschieht es auch durch das Abflauen der Böen, ohne dass deshalb der ruhige Gang der Flugbewegung durch auffällige Schwankungen gestört würde.

6. Bedeutung der Flugflächenform für den Gang der Bewegung.

1. Verhältnis der Länge und Breite der Flugflächen.

Von ähnlicher Bedeutung wie die Excentricität des Epicentrums ist das Verhältnis der Länge und Breite der Flugflächen. Nach den Versuchen *Avanzini's* haben lange und schmale Flächen, deren langer Rand bei der Bewegung voraufgeht, die Eigenschaft, dass mit abnehmendem Neigungswinkel der Widerstandspunkt bei ihnen weiter gegen den Vorderrand wandert, als bei quadratischen oder anders orientierten rechteckigen Flächen. Es kann daher auch der Schwerpunkt resp. das Epicentrum an solchen Flächen weiter nach vorn verlegt werden, ohne dass dadurch die Gefahr des Absturzes erhöht wird. Die Versuche *Langley's* haben gezeigt, dass solche Flächen bei kleinen Neigungswinkeln gegen den Luftstrom einen grösseren nützlichen Luftwiderstand erfahren, als

anders gestaltete oder orientierte Flächen. Schmale, excentrisch belastete Flugflächen werden also auch noch bei solchen kleinen Neigungswinkeln schwebend getragen, bei denen breitere bereits abstürzen, und wenn durch Schwankungen eine Verkleinerung des Neigungswinkel erfolgt, so wird dies bei der schmalen Fläche zu weniger empfindlichen Flugstörungen führen, als bei der breiten, die schmale wird sich aus der gefährlichen, steilen Stellung eher wieder aufrichten, als die breitere. Der Widerstand greift eben bei der schmalen Fläche stärker und weiter vorn an, als bei der breiteren, daher kann auch das den Vorderrand aufwärts drehende Kräftepaar leichter und stärker hervortreten, als bei den breiten Flugflächen.

Meine Versuche mit excentrisch belasteten Falltafeln bestätigen dies Ergebnis in vollem Umfange. Die langen und schmalen Tafeln zeigten eine auffallend grössere Gleichförmigkeit der Flugbewegung, und führten diese Bewegung ohne Rückschlag oder Rotation innerhalb eines doppelt bis dreifach weiteren Spielraums der anfänglichen Neigungswinkel aus, als die breiten Tafeln. Die lange und schmale Form der Flugflächen ist daher besondes geeignet, den schädlichen Einfluss der Schwankungen herabzumindern.

Die Natur hat diese Flügelformen den Vögeln vom Albatrostypus, den Möven und Sturmvögeln verliehen, die dadurch befähigt sind, in der von Sturm und Wind erregten Luft über den Oceanen ihre viel bewunderten Flugmanöver auszuführen, wo selbst die besten breitflügeligen Ruder- und Segelvögel, wie die Adler, den Schwankungen unterliegen.

Die langen Flügel haben jedoch auch ihre Nachteile, die hier nicht übergangen werden können. Zunächst kann die grosse Klafterweite langflügeliger Apparate leicht zu Havarien führen, wenn beim Ab- und Anflug der Apparat bei geringer seitlicher Neigung den Boden mit den Flügelspitzen berührt, oder wenn beim Fluge der freie Luftraum nicht die nötige Breite hat. Dass die langen Flügel sich für die Ausführung activer Flügelschläge weniger gut, als zum Schwebefluge eignen, möge hier nur nebenbei bemerkt sein. Für grössere Neigungswinkel (Flügelschlag) liefern die schmalen Formen nicht mehr den genügenden Widerstand.

Nicht zu unterschätzen sind auch die konstruktiven Schwierigkeiten, den langen Flügeln die nötige Festigkeit zu geben. Man denke nur an die im proximalen Teile fast armartig runden Flügel des Albatros.

Die oben eingehend besprochenen doppelflächigen Apparate verbinden den Vorteil der grossen Vorderrandlänge mit dem der geringen Klafterweite, sind aber dafür stärkeren (epicentrischen) Schwankungen ausgesetzt, wenn der Schwerpunkt nicht weit genug über die untere Fläche gerückt wird.

Jalousieartige Änderungen von schmalen Flugflächen, wie sie sich an den Spitzen der Flügel von grossen Raub- und Stelzvögeln finden, liefern beim Flügelschlag guten Antrieb nach vorn, bei geringer Tragfähigkeit, und spielen beim Segeln die Rolle kleiner

Sonderflügel von grosser Vorderrandlänge. Da sie mit ihren Spitzen leicht empor gekrümmt sind, so tragen sie, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, auch nicht unwesentlich dazu bei, seitliche Schwankungen zu dämpfen, und die Gleichförmigkeit des Fluges in diesem Sinne zu erhalten.

7. Frontalprofile der Flugflächen.

Die vorangegangenen Untersuchungen bezogen sich auf solche Flugapparate, deren symmetrische Flächenhälften Ebenen waren, die zur Symmetrieebene senkrecht standen. Es soll nun die Frage erörtert werden, wie sich die mechanischen Verhältnisse gestalten, wenn die Flächenhälften Winkel bilden, die von 90° abweichen.

a. Die beiden symmetrisch geformten Flugflächenhälften liegen mit ihren freien Enden höher, als mit ihren Basen und bilden somit gegen die vertikal gedachte Symmetrieebene einen spitzen Winkel α (Fig. 21). Da die beiden Flächen einen mit der Schneide nach unten gerichteten Keil bilden, so ist zunächst ersichtlich, dass der Gesamtwiderstand, den sie beim Fluge in der Luft erfahren, geringer ist, als wenn sie beide in einer horizontalen Ebene lägen, denn mit der Grösse des Keilwinkels 2α wird auch in irgend einer gesetzmässigen Weise der Widerstand abnehmen. Auf den absoluten Betrag kommt es an dieser Stelle nicht an.

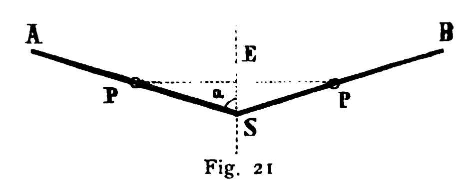
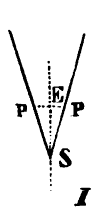
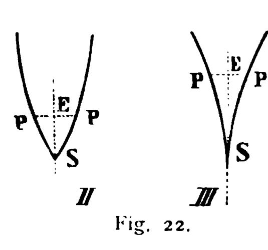
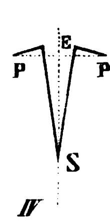


Fig. 21

Bezeichnen wir mit P den Angriffspunkt der Resultante des Widerstandes an jeder Fläche, so stellt die gerade Verbindungslinie PP die mathematische Länge beider Flugflächen dar. Die durch den Schwerpunkt S gehende Senkrechte (Epicentrale) halbiert die Strecke PP im Epicentrum E.

Wie der Gesamtwiderstand, den solche Flächen erfahren, so steht auch die epicentrische Höhe SE in einer gewissen Abhängigkeit von dem Keilwinkel α. Denn mit der Abnahme dieses Winkels müssen auch, nach den Versuchen Avanzini's, die Widerstandspunkte P in bestimmter oder bestimmbarer Weise gegen die Keilschneide S vorrücken. Ohne diese sekundäre Verschiebung würde die Höhe ES einfach mit dem cos α wachsen und abnehmen: $ES = SP \cdot \cos \alpha$.




Fig. 22.

Die Verschiebung der Widerstandspunkte lässt erkennen, dass die Verringerung des Widerstandes solcher Keilflächen, besonders durch eine Entlastung der distalen Flügelareale, der Flügelspitzen, bewirkt wird. Die Flugbahn so gestalteter Schwebkörper ist natürlich bei kleinem Keilwinkel steiler, der Flug, entsprechend der epicentrischen Höhe, steifer, als bei zur Ebene ausgebreiteten Flügeln. Die Tauben sieht man oft mit hochgehobenen Flügeln (auf kurze horizontale Entfernung)

steil herabschweben; bei bewegter Luft treten dann heftige, kurze Schwankungen auf, die der Vogel anscheinend nur mit Mühe beherrscht. Die Taubenflügel sind im ganzen platt, und ihre Frontalprofile weisen daher Typen auf, wie Fig. 22, I und II. Solche Formen ergeben in der Keilstellung immer noch geringe epicentrische Höhe und daher auch erträgliche Schwankungen. Sind aber die Flügel unterseits hohl oder gar geknickt, (Fig. 22 III und IV), so haben sie in der Keilstellung stets erhebliche epicentrische Höhe und demnach auch starkes Schlingern beim Herabschweben. Diese Unsicherheit scheint die meisten Vögel an der Ausführung des steilen Herabschwebens zu verhindern. Man sieht es nur selten.

Symmetrische Verschiebungen der Widerstandspunkte gegen den vorderen Flügelrand rufen an keilförmigen Flugflächen ganz analoge Schwankungen hervor, wie an den früher betrachteten ebenen Flächen. Man kann in dieser Beziehung die keilförmig gestellten Flügel durch eine aequivalente ebene Flngfläche ersetzt denken, die durch die beiden Widerstandspunkte P geht und die dasselbe Epicentrum E hat.

Ist dagegen der Widerstand unsymmetrisch auf die beiden Flügel verteilt, so erweist sich die keilförmige Anordnung der Flugflächen wesentlich zweckmässiger, als die einfache, einheitliche Ebene. Sobald nämlich in Folge eines vorübergehenden einseitigen Luftstosses der Apparat eine seitliche Neigung erleidet, ändern sich die Neigungswinkel der beiden keilförmig stehenden Flügel gegen die Flugrichtung, während bei der gestreckten Flugfläche beide Hälften stets die gleiche Neigung gegen den Flugwind beibehalten. So

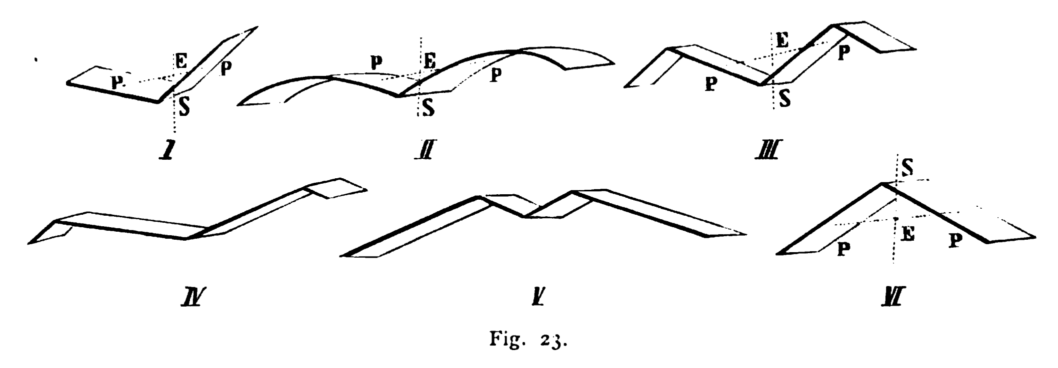


Fig. 23.

kann es kommen, dass der linke Flügel horizontal steht, (Fig. 23 I), der andere dagegen einen spitzen Winkel gegen den Horizont bildet. Es bedarf nur dieses Hinweises, um erkennen zu lassen, wie dadurch das rechts drehende Moment des Widerstandes an dem linken Flügel erheblich grösser werden muss, als das links drehende des rechten, schräg stehenden Flügels. Die normale, symmetrische Stellung des Apparats wird also schnell wieder hergestellt werden, schneller als bei einheitlich ebener Flugfläche, wo an dem linken Flügel mit der seitlichen Neigung keine so wesentliche Verstärkung des Widerstandes stattfindet.

Sind die Flügel an der Unterseite hohl (Fig. 23 II) oder mit der Spitze (Schwinge) abwärts geknickt (III), so wird dadurch der Vorteil ihrer keilförmigen Stellung wieder aufgehoben oder wenigstens eingeschränkt. Denn in demselben Masse, wie mit der

steileren Stellung der Widerstand an der Spitze des tiefer liegenden Flügels abnimmt, wird er an der Spitze des höher liegenden verstärkt, da dieser Flächenteil sich der vorteilhaften Horizontalstellung nähert. Der Widerstandspunkt des tieferen Flügels wandert daher gegen dessen Basis, der des höher liegenden gegen die Spitze. Es liegt somit hier die Möglichkeit vor, dass das Kräftepaar, welches die seitliche Drehung des Apparats verursacht hatte, durch die Drehung selber soweit verstärkt wird, dass eine ernstliche Störung der Flugbewegung, ein seitliches Ueberschlagen oder Kentern erfolgt. Diese Gefahr ist gering, solange die umgelegenen Spitzen klein sind (Fig. 23 IV), sie wird aber um so grösser, je grösser die nach unten gebogenen oder geknickten Areale der Flügelspitzen sind (Fig. 23 V), und sie erreicht ihr Maximum, wenn endlich die ganzen Flugflächen abwärts gerichtet sind (Fig. 23 VI), und die Schneide des Keiles, den sie bilden, nicht nach unten, sondern nach oben sieht, oder wenn endlich die ganze Flugfläche eine einheitliche Konkavität nach unten besitzt. Derartige Flugflächen sind somit für den Schwebflug durchaus ungeeignet, da sie die Tendenz haben, sich umzudrehen und mit der konvexen Seite vorauf die Fall- und Flugbewegung fortzusetzen. Liegt bei ihnen der Schwerpunkt dem Scheitel nahe, so befinden sie sich im labilen Gleichgewicht, und die Drehung erfolgt momentan, sowie man sie zum Fluge freigiebt. Verlegt man aber den Schwerpunkt soweit abwärts, dass er im Epicentrum oder darunter liegt, so bleibt doch immer eine grosse Empfindlichkeit des Apparates gegen Widerstandsschwankungen bestehen, da sich, wie gezeigt, mit jeder begonnenen Schwankung die Widerstände zu Gunsten des drehenden Kräftepaares ändern. Und eine sehr tiefe Anordnung des Schwerpunktes, die dem allein entgegenwirken könnte, bringt den weiteren Nachteil epicentraler Schwankungen des Apparats hinzu.

Aber alle Nachteile der unterwärts konkaven Flugfläche verwandeln sich in ebensogrosse aviatische Vorteile, sobald der Apparat die Drehung nach der Seite des geringsten Widerstandes ausgeführt hat und nun die Konvexität seiner Flächen nach unten kehrt. Und mehr noch, als die einfach keilförmig stehenden Flügel, gewinnen dadurch die gewölbten Flugflächen (Fig. 24). Ihre aufwärts gekrümmten Spitzen, die in normaler Flugstellung jederseits den gleichen, schwachen Widerstand finden, werden in ungleichem Masse beansprucht, sobald durch einseitigen Ueberdruck eine Schwankung eingeleitet ist. An dem höher gehenden Flügel wendet sich dann die Spitze vom Widerstande fort, am tieferen Flügel tritt sie aus ihrer Reserve hervor und bietet sich dem widerstandleistenden Medium dar. So wird mit der Fläche des tieferen Flügels auch ihr Widerstand vergrössert, wie er an der Gegenseite verringert wird. Da zugleich auch die Angriffspunkte des Widerstandes an beiden Flügeln nach der tieferen Seite verschoben werden, so folgt, dass das Kräftepaar am höheren Flügel, welches die Schwankung einleitete, schnell abnimmt, während das hemmende Paar am tieferen Flügel ebenso schnell zunimmt und so die weitere Drehung erfolgreich zu verhindern im Stande ist.

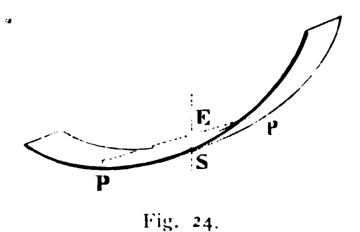


Fig. 24.

Wenn somit über die hohe Bedeutung der emporgekrümmten Flügel für den gleichförmigen Verlauf des Schwebefluges kein Zweifel mehr bestehen kann, so ist andererseits doch auch nicht zu vergessen, dass die Flugflächen in erster Linie zum Tragen einer Last bestimmt sind. Bei der Konstruktion künstlicher Flugapparate ist daher wohl zu beachten, dass es sich bei der Krümmung der Flügelspitzen nur um einen allerdings wichtigen Nebenzweck handelt, und dass die Tragfähigkeit des Areals durch Emporbiegen der Flügel geschwächt wird. Man wird also bei rationeller Anordnung immer nur soviel von der Flügelspitze emporbiegen lassen, als zur Erreichung des Nebenzweckes erforderlich ist, und im übrigen die Tragfähigkeit zu erhalten suchen. Ebenso wird man der epicentralen Schwankungen wegen, (die eintreten müssen, wenn ein grösserer Teil der Flugflächen wesentlich höher liegt als der Schwerpunkt,) die Krümmungen auf das notwendige Mass zu beschränken haben.

Diesen Ansprüchen genügen auch die natürlichen Schwebapparate der grossen Raubvögel und Störche u. a., deren meist aus getrennten Schwungfedern gebildete Flügelspitzen unter der Last des Körpergewichts emporgebogen sind. Bei den Sturmvögeln, Möven und anderen Seglern mit unzerteilter Flügelspitze ist die Erscheinung zwar nicht so auffällig, aber sie ist doch fast überall deutlich zu beobachten, und wo sie bei grosser Steifheit der Flügelspitzen nicht, oder doch nicht in hinreichendem Grade auftritt, wird dafür durch leichtes Anheben der ganzen Flügel in die Keilstellung Ersatz geschaffen.

Die glatte, nicht unterwärts konkave Form ist längst als ein Charakter des Segelflügels bekannt. Wo dennoch vor der emporgebogenen Spitze leichte Höhlungen der Vorderkante auftreten, deuten sie auf eine Verstärkung des Widerstandes und auf die Verwendung des Flügels zum Ruderfluge. Im Interesse der Vermeidung seitlicher Schwankungen beim Segeln liegen diese Höhlungen aber ganz gewiss nicht, da sie dieselben weit eher begünstigen, als abschwächen. Wenn solche schwache Konkavitäten bei den grossen Vögeln kein ernstliches Hindernis sind, den Segel- und Schwebflug mit bestem Erfolge auszuführen, so liegt das daran, dass ihr ungünstiger Einfluss ganz nach Bedarf durch die jederzeitaktionsbereiten Flugmuskeln unterdrückt werden kann.

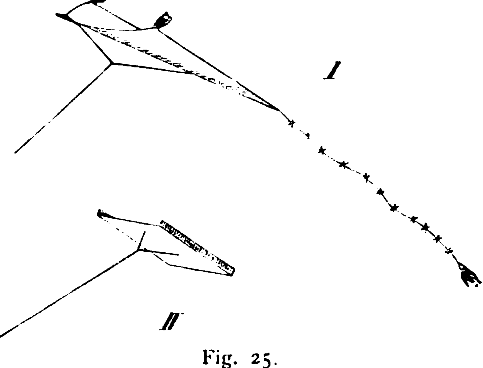


Fig. 25.

Wo indessen bei rein passiven Flugapparaten die Möglichkeit fehlt, die beginnenden seitlichen Schwankungen durch reflexartige, zweckmässige Verkleinerungen oder Vergrösserungen der Flugflächen, oder auch durch gelegentliche Flügelschläge im Keime zu ersticken, da können auch die ventralen Konkavitäten der Flügellängsachsen auf die Dauer nicht ohne Nachteil bleiben. Man vermeidet daher bei manchen Formen von Papierdrachen die unterseitigen Höhlungen und sorgt dafür, dass durch die Biegsamkeit

der Querstützen ein Emporbiegen der seitlichen Spitzen und Flächenteile ermöglicht wird (Fig. 25 I). In anderen Fällen, wo das Material diese Biegung nicht gestattet, pflegt man die Ränder zu seitlichen Schranken emporzuknicken (Fig. 25 II), um so die seitliche Bewegung, das sogenannte »Schiessen«, zu hindern. Wo diese Bewegung trotz der Vorbeugungsmassregeln eintritt, wird sie durch unvollständige Symmetrie der Flugfläche oder durch ungleiches Gewicht der beiden seitlichen Drachenhälften zn erklären sein.

Lilienthal verwendete bei doppelflächigen Flugkörpern (Modellen) gleichfalls vertikale Flächen, um seitliche Abweichungen von der geraden Fluglinie zu verhindern. In der Fig. 26, welche nach einer Abbildung in »Prometheus« Jahrgang 1895 angefertigt ist, sind diese Flächen schraffiert gezeichnet. Dieselbe Nummer des »Prometheus« bringt auch zu dem *Lilienthal*'schen Aufsatz: »Fliegesport und Fliegepraxis« eine Anzahl guter Ansichten des grossen doppelflächigen Apparats, dessen sich *Lilienthal* damals bei seinen persönlichen Flugübungen bedient. Man sieht den Apparat in Ruhe und in den verschiedensten Stellungen während des Fluges. Es ist daran nur eine vertikale Fläche vorhanden, aber diese ist weit hinter den Flugflächen angebracht, sodass sie den Apparat wie eine Windfahne in der Richtung des Flugwindes festhält. Gegen seitliche Schwankungen ist der Apparat durch schwache Keilstellung der Flügel, die Spitze höher als der Flügelgrund, geschützt. Da aber zugleich die Längsrippen der Flügel eine wenn auch nur geringe ventrale Krümmung aufweisen, so ist dadurch der Vorteil der Keilstellung wieder eingeschränkt. In ihrer äusseren Gestalt erinnern die Flugflächen an den Fledermausflügel; das Vorbild war aber der Flügel des Storches gewesen, den *Lilienthal* so oft mit Bewunderung betrachtete und studierte. Warum nun *Lilienthal* nicht auch die aufgebogene Spitze des Storchflügels nachbildete, die er noch in einem seiner letzten »Prometheus«-Artikel so genau in ihrer Form beschreibt, entzieht sich meiner Kenntnis; jedenfalls würden wohl dadurch die seitlichen Neigungen seines Apparates, die auf den Momentphotographien so deutlich hervortreten (No. 4 Tf. IV Prometh.), besser vermieden sein, als durch die angewandte Massregel der schwachen Keilstellung unterwärts konkaver Flügel.

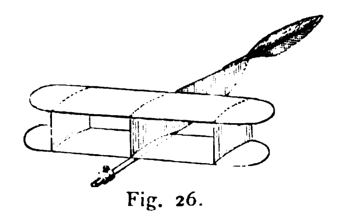


Fig. 26.

8. Querprofile der Flugflächen.

Die Betrachtungen über die Frontalprofile der Flugflächen lassen sich sinngemäss erweitern auf die Quer- oder Sagittalprofile. Diese letzteren sind bekanntlich bei den natürlichen und künstlichen Schwebapparaten keineswegs immer gerade Linien, wie wir bisher der Einfachheit halber angenommen haben, vielmehr erscheinen sie in ebenso mannigfachen Formen, wie die Frontalprofile, und bei der hohen Bedeutung, welche sie für die Art der Flugbewegung haben, ist das Studium der Querprofile von grösster Wichtigkeit für die Aviatik.

Lilienthal hat sich mit der Frage nach dem vorteilhaftesten Flügelquerschnitt wiederholt und eingehend beschäftigt. In seinem Buche über den Vogelflug stellt er Seite 75 als Kriterium für die beste Form der Flugfläche die Bedingung auf, dass sie „in einer gewissen Lage, unter möglichst spitzem Winkel zum Horizont bewegt, eine möglichst grosse hebende, das Gewicht tragende, und eine möglichst kleine, die Fluggeschwindigkeit wenig hemmende Luftwiderstandskomponente« ergäbe. Von diesem Standpunkte aus hat er Flügelformen von verschiedenartig konkaven und konvexen Querprofilen der aërodynamischen Prüfung unterworfen und gefunden, dass unter allen diesen Versuchsflächen die einfach, schwach ventral-konkave Form in hervorragender Weise die gewünschten Eigenschaften besitzt. Die Vorzüge dieser Querschnittsform bestehen nach *Lilienthal* nicht nur darin, dass sie eine maximal hebende und eine minimale, hemmende Widerstandskomponente liefert; unter Umständen könne an solchen Flächen die hemmende Komponente ganz verschwinden und statt ihrer eine der Bewegung voraufeilende, treibende Komponente entstehen.

Was zunächst den letzten Punkt betrifft, so muss es in hohem Grade überraschen, dass eine Fläche, wie immer auch ihre Form sein mag, eine gegen den Flugwind gerichtete Widerstandskomponente ergeben soll, wenn sie wie ein Drachen dem Luftzuge ausgesetzt wird. Dass hier ein Irrthum vorläge, ist mir keinen Augenblick zweifelhaft gewesen. *Lilienthal* hat auch die vortreibende Komponente nicht beobachtet, sondern ist nur durch eine mechanisch nicht statthafte Konstruktion zu ihrer Annahme verleitet worden. In seiner Fig. 27 (l. c. Seite 78) die in nebenstehender Figur 28 wiedergegeben ist, zeichnet er richtig als Resultat seiner experimentellen Widerstandsbestimmung eine tragende Komponente p h und eine in der Bewegungsrichtung hemmende p f. Beide liefern durch geometrische Addition die Resultante : p f + p h = p k. In Fig. 29 ist dann p k wieder in zwei andere Komponente p m und p q zerlegt, die aber garnicht auf die Bewegungsrichtung resp. deren Normale bezogen sind, sondern auf die für die Bewegung gleichgültige Sehne des bogenförmigen Flügelquerschnitt. Auf diese Weise ergiebt sich dann zwar eine kleine, gegen den Vorderrand des Flügels gerichtete, treibende Komponente p m, aber in der normal zu ihr stehenden Komponente p q steckt dafür eine die Bewegung hemmende Teilkomponente, die genau um den Betrag von p m grösser ist,

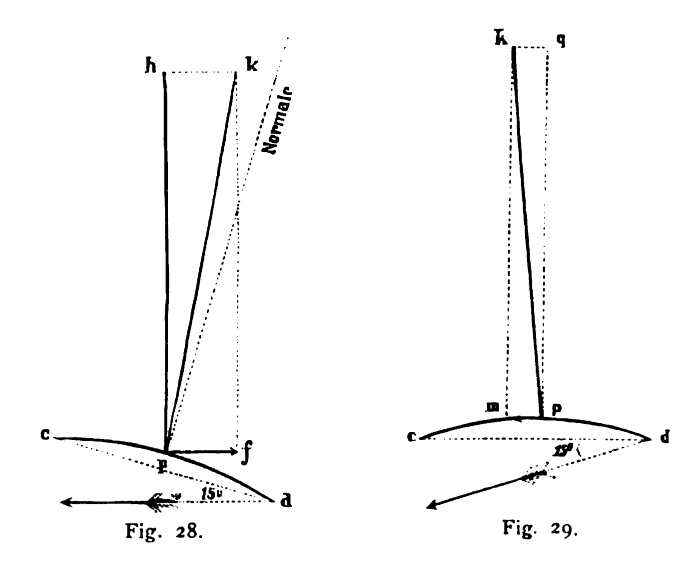


Fig. 28. Fig. 29.

als der gemessene Hemmungswiderstand p f. Der nur konstruierten Antriebskomponente p m steht also eine ebenso grosse konstruierbare Hemmungskomponente gegenüber, ohne dass dadurch der thatsächlich gemessene Hemmungswiderstand p f verringert, oder gar beseitigt worden wäre. Hiernach kann keine Rede mehr davon sein, dass an den unterwärts flach konkaven Flugflächen in gewöhnlicher Drachenstellung eine treibende Widerstandskomponente zur Wirkung gelange.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch *A. von Obermeyer* in einem im flugtechnischen Verein zu Wien gehaltenen Vortrage (Z. f. Luftsch. u. Phys. d. Atmosph. Jahrg. 1896. Heft 4/5. — Die ausführlichere Arbeit befindet sich in den Sitzungs-Berichten der Wiener Akademie. Bd. CIV. Abth. IIa. Okt. 1895. S. 963). Dieser Autor führt aus, dass der Angriffspunkt der Resultante des Widerstandes nicht notwendig im Mittelpunkt der gewölbten Fläche zu liegen brauche und berechnet dann unter der Annahme, dass der Punkt näher dem hinteren Flächenrande liege, wie die Beträge der wahren Vertikal- und Horizontalkomponenten einer gewölbten Fläche sich den einer ebenen, nach *Lilienthal* nicht »vortreibenden« Fläche nähern. Die Einwendung betreffs des Widerstandspunktes ist zweifellos am Platze, aber man sieht nicht ein, warum bei der schwachen Wölbung die Verschiebung nicht, gemäss dem Avanzini'schen Gesetze, gegen den vorderen Flächenrand erfolgen soll, sondern nach hinten. Liegt aber, was mir wahrscheinlicher ist als die Annahme des Autors, der Widerstandspunkt auf der vorderen Hälfte der flachgewölbten Fläche, so entfernen sich die Widerstandskomponenten in ihrer Richtung noch mehr von denen der ebenen Fläche, und es ist demnach der Betrag der wahren Hemmung noch kleiner, als *Lilienthal* angiebt. Wie klein indessen die hemmende Komponente auch sein möge, sie wird immer ein positives Hindernis der Fortbewegung bilden, niemals aber einen Antrieb nach vorn auslösen können. — Besonders wertvoll ist der Hinweis *von Obermeyer's*, dass bei nicht centraler Lage des Widerstandspunktes an den von *Lilenthal* und *Wellner* zur Bestimmung der Widerstandsresultante verwendeten Apparaten Drehungsmomente auftreten können, welche die wahre Richtung der Resultanten nicht unerheblich zu verschleiern vermögen.

Von dauerndem Werte sind *Lilienthal's* Untersuchungen über den absoluten Betrag des Widerstandes an gewölbten Flächen. Es ist dadurch der positive und bis jetzt unangefochtene Nachweis geführt, dass der Widerstand an einer unterseits, d. h. gegen den Wind hohlen Fläche bei Neigungswinkeln bis ca. 60^0 erheblich stärker und günstiger ist, als der Widerstand einer ebenen Fläche bei gleicher Neigung. Als Neigungswinkel der gewölbten Fläche ist dabei der Winkel angenommen, den die Sehne des bogenförmigen Querschnitts der Fläche mit der Horizontalebene bildet.

Zur theoretischen Begründung dieses wichtigen Beobachtungsergebnisses führt *Lilienthal* aus (Vogelflug S. 89—86), dass die ebene Fläche in dem Luftstrome, dem sie Widerstand leiste, sowohl vorwärts wie rückwärts allerlei Wirbel und sonstige Unregelmässigkeiten und Störungen hervorrufe, durch welche gleichsam ein Teil der lebendigen Kraft der Luftströmung ohne aviatischen Nutzen verbraucht werde. Die gewölbte Fläche dagegen, zumal wenn deren Vorderkante genau in die Windrichtung einschneide, lasse

die Luft möglichst glatt und ohne Wirbel vorbeistreichen. So beschreiben die Luftteilchen hier eine der Flächenkrümmung entsprechende Wellenbahn nach unten, und je reiner und vollkommener diese Wellenbewegung sei, desto vollkommener werde auch ihre Reaktion auf die wellenerzeugende gekrümmte Fläche sein.

Diese Ausführungen sind im Prinzip durchaus anzuerkennen, wenn auch im einzelnen das Bild, welches *Lilienthal* von dem Gange der Luftbewegung an den Widerstandsflächen sich machte, wie er selbst voraussah, der Abänderung und Berichtigung bedarf. Es soll hier jedoch nicht näher auf diese sehr interessante Frage eingegangen werden. Bei allen Flugapparaten wird das Gleichgewicht in der Richtung der sagittalen Ebene des Querprofils dadurch erhalten, dass die auf das Epicentrum bezogenen Momente der Widerstandskräfte vor und hinter dem Epicentrum einander gleich sind.

Bei gleichmässiger Verteilung des Widerstandes über die Flugfläche, bei Fallschirmen oder wenn sonst der Flugwind rechtwinklig zur Flugfläche steht, ist das Gleichgewicht vorhanden, wenn die vor und hinter dem Epicentrum liegenden Areale gleich gross sind.

Ist dagegen bei seitlich fortschreitender Flugbewegung der Widerstand ungleichmässig verteilt, ist er beim vorderen Rande grösser, als am abwandten, hinteren Flächengebiete, so kann auch das Gleichgewicht nur bestehen, wenn bei excentrischer Lage des Epicentrums das vor demselben liegende Areal entsprechend kleiner ist, als das dahinterliegende.

Ist nun die Fläche gekrümmt oder geknickt, so erscheint sie im Querprofil als parabelähnliche Kurve oder als ungleichschenklig gebrochene Linie. Die beiden so hintereinander liegenden Flächenteile bilden dann einen gewissen Winkel gegen einander, und daher ist auch der Winkel, unter dem sie sich dem widerstandleistenden Medium darbieten, an beiden Teilen ein verschiedener.

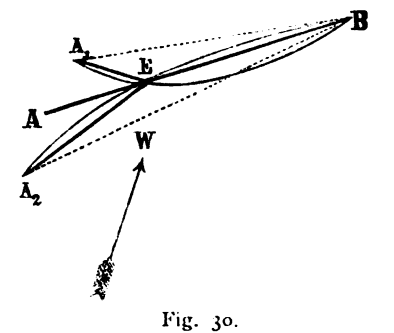


Fig. 30.

Es ist klar, dass dieser Unterschied von wesentlichem Einfluss auf die Grösse des Widerstandes ist, den beide Teile erfahren, wenn auch dieser Einfluss wegen des Zusammenhanges der Teile sich nicht ohne weiteres nach den Widerstandsformeln getrennter Flächen rechnerisch bestimmen lässt. Im allgemeinen wird man immerhin annehmen können, dass der Widerstand an den hintereinanderliegenden Flächenhälften mit deren Neigungswinkel gegen den Flugwind zu- und abnimmt

Wenn A B (Fig. 30) das Profil einer schwebenden, ebenen Flugfläche darstellt, deren Epicentrum E ist, so ist der Widerstand, den der Flugwind W erzeugt, auf dem zugewandten Flächenstück A E ebenso gross wie auf dem grösseren Areal E B. Denken wir uns nun die Fläche A E in die Lage von A_1 E gebogen, sodass sie nun mit der Flugwindrichtung einen grösseren Winkel bildet als vorher*), so würde sie nun auch einen

*) Dies gilt aber nur innerhalb der Grenzen von 0° bis 90°, darüber hinaus würde der Widerstand von A_1 E wieder abnehmen.

grösseren Widerstand erfahren, als vorher, und wenn man verhindern wollte, dass dadurch das Gleichgewicht der metameren Widerstände gestört werde, so könnte dies durch eine entsprechende Flächenverkleinerung geschehen, wie es in der Zeichnung $A_1 E < A E$ schematisch dargestellt ist. Der Gesamtwiderstand der Keilfläche A_1 E B würde dann, sofern diese theoretischen Überlegungen den Gegenstand erschöpfen, gleich dem Gesamtwiderstande der ebenen Fläche A B sein, womit natürlich nicht gesagt ist, dass er nicht kleiner sei, als der der ebenen Grundfläche A_1 B des Keiles, mit welchem gewöhnlich der Widerstand der Keilseiten (A_1 E und E B) verglichen zu werden pflegt.

Was für die geknickte Fläche A_1 E B gilt, lässt sich näherungsweise auch für die konvex gewölbte Fläche A_1 E B als gültig annehmen. Dass die Resultante des Widerstandes in beiden Fällen im hemmenden Sinne etwas von der Richtung abweichen wird, die sie an der ebenen Fläche A B hat, ist möglich und wahrscheinlich, stört aber nicht wesentlich den Gang des Fluges.

Analog gestalten sich die Verhältnisse, wenn man annimmt, es werde die vordere aequivalente Flächenhälfte in die Richtung der Geraden A_2 E gebogen. Sie würde dann gegen den Flugwind einen kleineren Neigungswinkel bilden als vorher, und ihr Widerstand würde somit geringer werden, als er war. Um das Gleichgewicht der metameren Widerstände zu erhalten, hätte man also nötig, dies Areal von A_2 E passend zu vergrössern, sodass also $A_2 E > A E$ würde. Wiederum wäre der Widerstand der bei E geknickten oder konkav gekrümmten Fläche A_2 E B gleich dem der ebenen Fläche A B; aber freilich auch grösser und weniger hemmend, als der der ebenen Fläche A_2 B, wie dies *Lilienthal*'s Beobachtungen erwiesen haben.

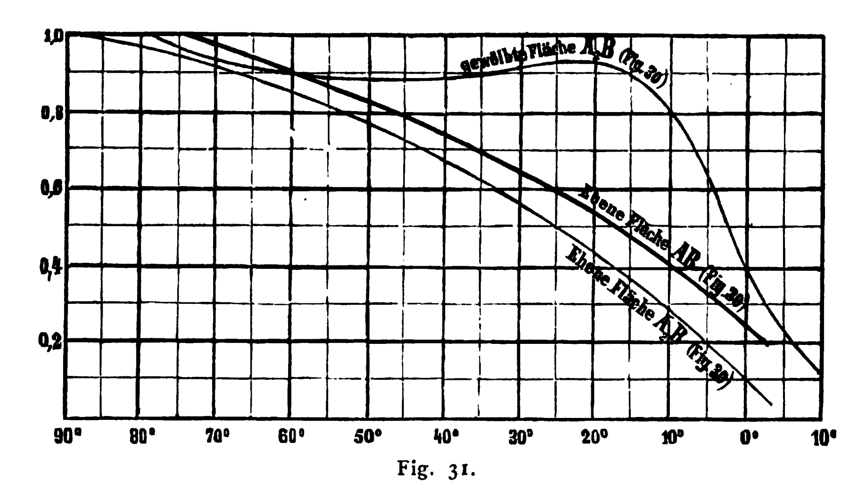


Fig. 31.

Das Ergebnis dieser theoretischen Spekulationen scheint auf den ersten Blick die merkwürdige aerodynamische Überlegenheit der gewölbten Flächen aufzuklären. Thatsächlich ist dies aber nur in beschränktem Masse der Fall, wie der Vergleich mit den direkten Messungen zeigt. Nimmt man z. B. an, der Winkel A B A_2 sei 10^0, so würde

das einer Pfeilhöhe der konkavgewölbten Fläche von ca. $^1/_{12}$ A_2 B ergeben. Auf *Lilienthal's* Tafel VII sind die Widerstände einer so gewölbten Fläche mit denen der Ebenen graphisch zusammengestellt, und man findet leicht, dass der Widerstand der gewölbten Fläche A_2 E B nicht nur dem der ebenen Fläche A_2 B, sondern auch dem der um 10^0 stärker geneigten gleich gross genommenen Fläche AB immer noch sehr bedeutend überlegen ist. Immerhin sind die Widerstandsdifferenzen zwischen der gewölbten Fläche A_2 B und der ebenen A B geringer, als die zwischen der gewölbten und der ebenen A_2 B: bei 0^0 sind sie nur halb so gross, bei 15^0 sind sie um $^1/_3$ bis $^1/_4$ verringert, bei 50^0 wieder um die Hälfte und bei 60^0 sind sie erst völlig ausgeglichen. Unsere Fig. 31 giebt ein ungefähres Bild hiervon, wobei als Widerstandskurve unserer parabolischen Fläche A_2 B die *Lilienthal*'sche Kurve für kreisbogenförmiges Profil ($^1/_{12}$ Länge als Pfeilhöhe) angenommen wurde.

Das Herabbiegen eines vorderen Areals der ursprünglich als eben angenommenen Flugfläche hat also jedenfalls keine Verminderung, sondern eine Vergrösserung des Widerstandes zur Folge, ohne dass es dazu einer Flächenvergrösserung bedürfte. Die Ursache dieser scheinbar paradoxen Thatsachen wird sich vielleicht einmal durch eingehende Untersuchungen über die Verteilung des Luftdruckes an den Flugflächen aufdecken lassen. Einstweilen wissen wir nicht, ob die Zunahme des Widerstandes über alle Flächenteile eine gleichförmige, oder ob dabei etwa das herabgebogene Stück besonders bevorzugt ist, während an dem nicht veränderten, hinteren Areal mehr die alten Verhältnisse bestehen bleiben. Die Angabe *Lilienthal's*, dass die Resultante des Widerstandes gewölbter Flächen (A_2 E B) mehr nach vorn gerichtet ist, als die einer ebenen (A_2 B), deutet aber bestimmt darauf hin, dass das herabgebogene vordere Areal thatsächlich begünstigt wird. Nehmen wir dies als das Wahrscheinlichere an, so wird mit Bezug auf das Gleichgewicht des Widerstandes die folgende Betrachtung zutreffen: Wenn man an einer ebenen Flugfläche A B (Fig. 32) während des Schwebens einen vorderen Flächenanteil A E innerhalb gewisser Grenzen in die Lage von A_2 B herabbiegt, so wird der Widerstand an der vorderen Flächenhälfte dadurch verstärkt, und es erfolgt somit eine Drehung des Apparats in dem Sinne, dass der hintere Flächenrand B abwärts bewegt wird. Eine Verschiebung des Epicentrums nach vorn und eine Zunahme der Geschwindigkeit des mehr horizontalen Fluges ist die weitere Folge davon. — Ist das vordere Areal nicht herab-, sondern emporgebogen, und dadurch die Fläche nach unten konvex, so ist nach Analogie der konkaven Flächen wahrscheinlich, dass der Gesamtwiderstand dadurch verringert wird, im besonderen der Widerstand an der vorderen Flächenhälfte. Daher würde durch die Biegung der Fläche eine Drehung des schwebenden Apparats bewirkt werden im entgegengesetzten Sinne wie bei der konkaven Flugfläche, und die Konsequenz wäre: langsamer, weniger horizontaler Flug mit mehr centraler Lage des Epicentrums.

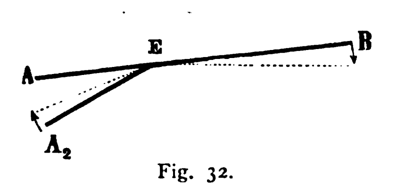


Fig. 32.

So scheint denn durch die Untersuchungen *Lilienthal's* die Frage nach dem aviatisch zweckmässigsten Querprofil der Flugflächen endgültig zu Gunsten der schwach

konkaven Form entschieden zu sein. Keine andere Form liefert so grosse hebende und so kleine hemmende Widerstandskomponenten. Allein dies setzt voraus, dass mit den bezeichneten Eigenschaften der gewölbten Flächen auch alle Bedingungen erfüllt sind, die an die Flugflächen eines guten Flugapparates zu stellen sind, und dass es ausser dem oben erwähnten Kriterium der guten Tragwirkung keine anderen Eigenschaften giebt, die für die Unterhaltung einer guten und sicheren passiven Flugbewegung wesentlich und unerlässlich sind.

Aber nicht minder wichtig als die grosse Tragfähigkeit der Flächen, ist der Einfluss, den sie auf die Stabilität der fliegenden Apparate ausüben: ihr Verhalten gegen die Schwankungen, denen jeder Flugapparat unterworfen ist. Bei dem lebenden Vogel zwar kommt es hierauf weniger an, denn die Natur hat ihn im reichen Masse mit Hilfsmitteln ausgestattet, durch die er aktiv den möglichst gleichmässigen Gang seines Fluges erzwingen kann, selbst wenn dies vorübergehend durch die Form seines Flügelprofils erschwert sein sollte. Sobald es sich aber um rein passive Schwebapparate handelt, etwa wie diejenigen, mit denen *Lilienthal* seine Flugübungen anstellte, tritt die Frage der Stabilität unbedingt in den Vordergrund, und man wird es vorziehen, die tragende Wirkung des Luftwiderstandes, wenn nötig, z. B. durch Flächenvergrösserung zu steigern, statt durch Anwendung der konkaven Flächen, wenn sich zeigen sollte, dass die Erhaltung des Gleichgewichts im Fluge durch die Konkavität der Flächen erschwert würde. Was würde es schaden, wenn schliesslich auch die Fluggeschwindigkeit etwas stärker gehemmt wird, wenn dadurch nur die Stabilität des Apparats und die grössere Gleichförmigkeit der Flugbewegung bis zur unbedingten Zuverlässigkeit gesteigert werden könnte. Unter diesem Gesichtspunkte wird die Frage unaufschiebbar nach dem

9. Einfluss des Flächenquerprofils auf die Schwankungen beim Fluge.

a. Konkave Flächen.

Es wurde bereits bemerkt, dass der Schwerpunkt hohlflächiger Schwebapparate nicht in der Flugfläche liegen darf, denn die Angriffspunkte P_1 und P_2 (Fig. 33) der Resultanten des Widerstandes vor und hinter dem Schwerpunkte — würden dann tiefer liegen als der Schwerpunkt, und ihre Verbindungslinie $P_1 P_2$ würde daher von der durch den Schwerpunkt gehenden Lotlinie in einem unter dem Schwerpunkte, also gleichsam negativ liegenden Epicentrum (Hypocentrum) geschnitten werden. Es gelingt nie, einen solchen Apparat zum freien Schweben zu bringen, denn da er günstigstenfalls im labilen Gleichgewicht ist, so genügt die geringste der unvermeidlichen dynamischen Schwankungen, um den Apparat in die stabile Gleichgewichtslage umkippen zu lassen, sodass er seine Konkavität nach oben kehrt. Vor dieser Katastrophe kann der Apparat — für doppelflächige gilt dasselbe — nur durch tiefere Anordnung des Schwerpunktes geschützt werden.

Der Schwerpunkt S (Fig. 34) muss unterhalb der Geraden $P_1 P_2$ liegen. Ist der Apparat in dieser Weise stabilisiert, so erfolgt bei eintretender Schwankung eine Verschiebung des Epicentrums stets nach derjenigen Seite der Flugfläche, an welcher der Luftwiderstand momentan stärker war: also in einer Drehung, bei welcher der vordere Rand A sich senkt, nach hinten, wenn er sich hebt, nach vorn. Das Areal, an dem der stärkere Widerstand angreift, wird dadurch verkleinert, das des schwächeren Widerstandes vergrössert, und da mit dem Wachsen und Abnehmen des Areals auch die Widerstände zu und abnehmen,

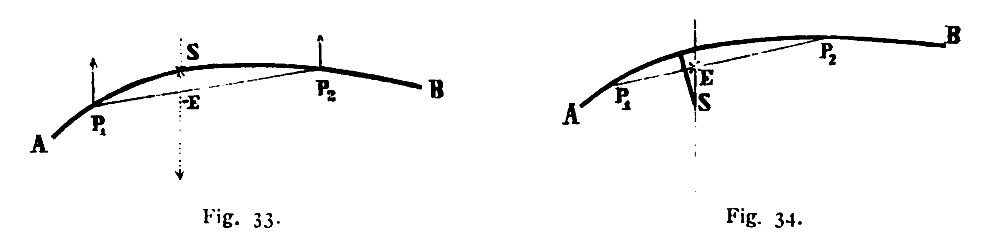


Fig. 33. Fig. 34.

so wirken demnach die Verschiebungen des Epicentrums eines stabilen Hohlflüglers im Sinne eines Ausgleichs der Gegensätze. Wie an ebenen Flächen, so werden hiernach auch an konkaven Flächen die Schwankungen des Apparats durch die Verschiebungen des Epicentrums automatisch gehemmt.

Es fragt sich nun, ob diese Hemmung genügt, das Überkippen des Apparats nach vorn oder hinten unter allen Umständen zu verhindern.

Die Frage ist zu bejahen, wenn die Flugfläche die Form einer Kugelkappe hat, und ihre Belastung central unter dem Flächenmittelpunkte angebracht ist. Der Apparat ist dann ein Fallschirm, seine Flugbahn die Vertikale, und der Druck der widerstandleistenden Luft ist von unten her unter maximalen Winkeln gegen die hohle Fläche gerichtet. Da der beliebig tiefen Anordnung des Schwerpunktes bei Fallschirmen keine theoretischen Bedenken entgegenstehen, so lassen sich die Verschiebungen des Epicentrums für den Fall seitlicher Schwankungen des Widerstandes so weit verstärken, dass die Hemmung mit jeder wünschenswerten Energie erfolgt. (cfr. Fussnote S. 39.)

Anders liegt aber die Sache, wenn dem Apparat durch parabolische Wölbung und excentrische Belastung eine mehr oder weniger stark seitlich ausschreitende Flugbahn vorgeschrieben ist. Der Druck des Luftwiderstandes trifft dann unter entsprechend kleineren Winkeln auf die Flugflächen. Der Schwerpunkt kann der epicentrischen Schwankungen wegen nicht mehr beliebig tief gelegt werden; die automatische Hemmung bleibt daher weniger energisch. Wird nun eine Schwankung des Apparats dadurch verursacht, dass ein einmaliger Luftstoss den Widerstand der vorderen Flächenhälfte überwiegen lässt, so hebt sich der vordere Flächenrand, und die Verschiebung des Epicentrums wird leicht eine genügende Hemmung bewirken können, da gleichzeitig das grösser werdende hintere Areal der Fläche unter grösseren Neigungswinkeln dem Flugwinde entgegengewandt wird. Allein diese Begünstigung der zurückdrehenden Widerstandskräfte kann verhängnisvoll werden, wenn dieselben nun auch noch zufällig durch einen

erneuten Windstoss verstärkt werden. Es liegt dann die grosse Gefahr vor, dass die Rückschwankung nach vorn zu stark wird, und dass der vordere Flächenrand erheblich über die Richtung des Gegenwindes hinaus nach unten gedrängt wird. Der Widerstand trifft nunmehr die vordere Flächenhälfte von oben und drückt sie hinab, während das hintere Flächenareal noch eine Weile gehoben wird. Der Eintritt einer vollen Rotation des Apparats ist unter diesen Umständen unvermeidlich, ja, es lässt sich erwarten, dass der Apparat überhaupt nicht wieder zum ruhigen Fluge kommt, sondern andauernd rotierend herabsinkt, wie es schon bei Falltafeln so leicht zu beobachten. Die konkave Fläche ist also für die Erhaltung einer möglichst gleichförmigen, schwankungssicheren Flugbewegung noch weniger geeignet, als die ebene Fläche, weil der Flugwind die Rückenseite der konkaven Fläche leichter trifft, als die der ebenen. Den Gegensatz dazu bilden

b. Konvexe Flächen.

Hier kann der Schwerpunkt ohne Störung der Stabilität in der Flugfläche liegen. Die Angriffspunkte P_1 und P_2 (Fig. 35) des Widerstandes liegen dann höher als der Schwerpunkt. Ihre Verbindungslinie $P_1 P_2$ enthält das Epicentrum E über dem Schwerpunkte, gemäss den Anforderungen des stabilen Gleichgewichts. Die Verschiebungen des Epicentrums während einer Drehung des Apparats um S geschehen auch hier nach derjenigen Seite der Flugfläche, an welcher der Widerstand, welcher die Drehung hervorrief, der stärkere war. Es wird zwar dadurch keine Verkleinerung des Areals bewirkt, an dem der stärkere Widerstand angriff, aber das Drehungsmoment dieses Widerstandes wird doch durch Kürzen des Hebearmes E P geschwächt, wie das des schwächeren Widerstandes durch Verlängerung des zugehörigen Hebearmes verstärkt wird. Dazu kommt, dass durch die Drehung die Fläche des stärkeren Widerstandes der Einwirkung des Flugwindes abgewandt wird, während die andere Flächenhälfte sich dem Drucke des Mediums stärker aussetzt. Jede Drehung ruft also auch bei den konvexen Flächen eine wirksame automatische Hemmung hervor. Was aber diese Flächen besonders vor den konkaven auszeichnet, ist, dass bei ihnen ein verhängnisvoller Rückenwind vollkommen ausgeschlossen ist. Selbst wenn in Folge stärkster dynamischer Schwankung die konvexe Fläche steil aufgerichtet wäre, sodass der Flugwind positiv in die dorsale Stellung drückte, so würde dies nicht den Übergang vom Schweben zur Rotation bedeuten, sondern dieser Rückenwind würde in energischer Weise das Zurückdrehen des Apparats in die normale Flugstellung erzwingen.

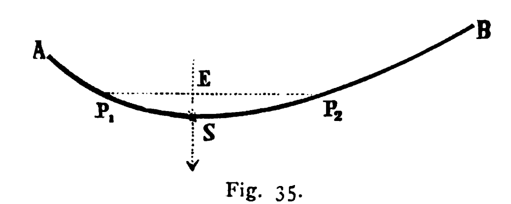


Fig. 35.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit dieser Ableitungen durch den Versuch zu überzeugen. Man lasse ein ebenes rechteckiges Stück Papier aus steiler Stellung herabfallen. Die Zunahme der Fallgeschwindigkeit und des Luftwiderstandes erzeugt eine Schwankung des Flugkörpers, die unbedingt sofort in dauernde Rotation übergeht.

Nun erteile man demselben Papierstück (durch Aufrollen) eine flache cylindrische Wölbung und versuche, dasselbe als konkave Flugfläche, (Höhlung nach unten) zu verwenden. Der Versuch gelingt nicht, auch wenn man die Fläche nicht seitlich neigt und durch Anbringen von Gewichten an den herabgebogenen Rändern den Schwerpunkt in die Stabilitätslage bringt. Die Fläche kippt fast augenblicklich nach vorn oder hinten herum und legt den Rest der Flugbahn zurück mit der konvexen Seite vorauf.

Lässt man endlich die gewölbte Fläche mit der konvexen Seite nach unten durch die Luft fliegen, so kann man sie beim Abfluge in jede beliebige Neigung nach vorn oder hinten bringen; sie gerät dann zwar in Schwankungen, aber niemals in volle Rotation.

Damit ist der theoretische und experimentelle Beweis erbracht, dass von allen Sagittalprofilen der Flugflächen allein die konvexen eine sichere Gewähr bieten für unbedingte Stabilität der Apparate, dass dagegen die ebenen und in noch stärkerem Grade die konkaven Flächen der Gefahr ausgesetzt sind, aus den unvermeidlichen Schwankungen in Rotation überzugehen*).

Lilienthal's Flugapparate waren durchweg mit unterseits konkaven Flugflächen ausgestattet. Sie genügten daher weder in ihren Frontal- noch in ihren Sagittalprofilen den Bedingungen einer flugsicheren Stabilität, und es ist zu vermuten, dass das tragische Ende des kühnen Mannes diesem unglückseligen Mangel zuzuschreiben ist. Die mit der Konkavität der Flügel verbundenen Gefahren konnten *Lilienthal* nicht verborgen bleiben. Er musste sie bemerken, sobald er anfing, derartige Flügelformen praktisch zu verwenden. In einem der letzten »Prometheus«-Aufsätze (Jahrg. VII. S. 148) sagt er darüber folgendes: »Der wild anstürmende Wind sucht den freischwebenden Flugkörper umherzuschleudern, und wenn hierbei auch nur für kurze Zeit eine Stellung des Apparats entsteht, bei welcher der Wind die Flügelflächen von oben trifft, so schiesst der Flugkörper pfeilschnell herab und kann an der Erde zerschellen, bevor es gelingt, eine günstigere Stellung herbeizuführen, in welcher der Wind wieder tragend wirkt«. Die Gegenmassregeln aber, die er traf, um dieser Gefahr zu entgehen, scheinen für stärkere Winde, denen er sich zuletzt mit seinem doppelflächigen Apparate anzuvertrauen wagte, nicht hinreichend gewesen zu sein. Er war auf dem richtigen Wege, als er die Wölbungen seiner Flügel abflachte. Die Widerstandsbestimmungen hatten ihm zwar solche gewölbte Flügelformen als die besten erscheinen lassen, deren Pfeilhöhe $^1/_{12}$ der Profillänge betrug, allein bei seinen grossen Apparaten erreichte schliesslich die Wölbung, soweit sich aus den Momentphotographien des »Prometheus« entnehmen lässt, kaum die Hälfte des Betrages. Die Flügelflächen näherten sich also bereits der ebenen Form.

Nicht weniger zweckmässig für die Hemmung der sagittalen Schwankungen war die Verwendung einer horizontalen, dem Schwanz der Schwalben ähnlichen Steuerfläche. Dieselbe stand nicht einfach in der Verlängerung der hinteren Flächenhälfte, sondern in

*) Wie ich nachträglich sehe, sind schon 1832 konvexe Fallschirmflächen von *Hengler* empfohlen und mit Erfolg benutzt worden. Vergl. hierüber den Aufsatz von *R. Mewes*, Z. f. Luftsch 1886. S. 252.

einer dazu pronierten Stellung. Hätte er die ganze erweiterte hintere Flächenhälfte in die Richtung dieser Steuerfläche emporgebogen, so wäre dadurch eine unterseits konvexe Fläche geschaffen, und ein Absturz, wie er ihn schilderte, wäre unmöglich gewesen. Die kleine und schmale Steuerfläche genügte trotz ihres weiten Abstandes vom Schwerpunkte nicht, einem vorn auf die Oberseite der Flügel treffenden Windstosse das Gleichgewicht zu halten und die zum Absturz führende Drehung des Apparats im Keime zu ersticken.

Die dritte Gegenmassregel war die Anordnung der Flugflächen übereinander. *Lilienthal* empfand dies als einen grossen Fortschritt, denn die Flugbahn wurde dadurch sichtlich gleichförmiger, und die Windstösse schienen weniger Macht über diesen Apparat zu haben, als über die älteren mit ihren langen Flügeln. Wir haben oben des näheren gesehen, dass in der That die dynamischen Schwankungen solcher Flugkörper geringer sein müssen, da die Verschiebungen des Epicentrums, namentlich an der oberen Fläche, den Schwankungen automatisch entgegenwirken. Allein das Wiederaufrichten des Apparats aus der einmal erreichten steilen Absturzstellung kommt doch immer erst zustande, wenn der Flugwind durch die erlangte Fallgeschwindigkeit des Flugkörpers soweit nach unten abgelenkt ist, dass er wieder gegen die Unterseite der Flugfläche trifft. Es muss also auch bei den doppelflächigen Apparaten — sobald einmal bei einer Schwankung der Flugwind vorn auf die Oberseite der Flügel trifft — ein Absturz erfolgen, bevor die richtige Flugstellung wieder eingenommen werden kann. Die beim Vorwärtsschwanken des Apparats eintretende Verschiebung des Epicentrums nach hinten wirkt nur hemmend auf diese Schwankung ein und beseitigt dadurch gewiss in vielen Fällen die Gefahr, dass der Wind die Oberseite der Flugflächen trifft. Sobald dies aber einmal bei stärkeren Windstössen eingetreten ist, schützt auch die Doppelflächigkeit nicht mehr vor dem Absturz. Wirklich sicher sind eben unter den passiven Flugkörpern nur solche, die nach dem Prinzip der Konvexität gebaut sind: deren vordere Flächenhälfte durch Supination dem dorsalen Auftreffen des Windes entzogen ist, während das hinter dem Epicentrum liegende Areal in schwach pronierter Stellung als stets wirksames Horizontalsteuer fungiert. Dass der Vogelflügel diese wichtige Bedingung der Stabilität nicht oder doch nur zum Teil erfüllt, kann nicht Wunder nehmen, da er doch kein passiver, sondern ein aktiver Apparat ist, der auch beim Segelfluge nicht völlig erstarrt, vielmehr ganz nach Bedarf und Zweckmässigkeit dem Muskelzuge und dadurch dem Willen des flugerfahrenen Tieres folgt. Ein aktiver Flügelschlag im rechten Augenblick genügt, um der Bewegung Einhalt zu thun, die den passiven Hohlflügel abstürzen lassen würde. Und für den Flügelschlag sind konvexe Flügel durchaus ungeeignet, da sie beim Tiefschlag weniger Widerstand in der Luft finden würden, als beim gleich schnell geführten Rückschlag. Ein solcher rein passiver Apparat, der dem Vogel nur gestattete, bei vorhandenem Winde von einem hochgelegenen Punkte aus die Luftreise anzutreten, würde mit seinen grossen und daher schwer zu unterhaltenden Flugflächen doch nur eine mehr als zweifelhafte Waffe im Kampf um's Dasein vorstellen, da er weder für den aggressiven Nahrungserwerb, noch für die Flucht im Falle der Gefahr ein jederzeit brauchbares und zuverlässiges Hülfsmittel sein könnte.

10. Die Vorderrandkonturen der Flugflächen.

Durch die Ermittelung der zweckmässigsten Längs- und Querprofile ist über die stabile Form der passiven Flugkörper im Prinzip entschieden. In einzelnen bleiben jedoch noch verschiedene Fragen zu beantworten, deren Bedeutung nicht zu unterschätzen ist. Die erste dieser Fragen bezieht sich auch die Gestalt des vorderen Flächenkonturs: soll er geradlinig sein, oder sollen die Flügespitzen über diese Linie hinaus nach vorn vorgezogen erscheinen, wie bei den Schmetterlingen, oder endlich sollen sie hinter der Linie zurückbleiben, wie bei den Möven? — Der einzige mechanische Unterschied, der durch die verschiedene Stellung der Flügel bedingt wird, scheint in dem ungleichen Abstande des Schwerpunktes resp. Epicentrums vom Vorderrande zu liegen, denn mit den Verschiebungen des Areals der Flügelspitzen nach vorn oder nach hinten muss eine entsprechende Änderung der Schwerpunktslage Hand in Hand gehen, wenn nicht der Flugcharakter geändert werden soll. Beim Vogelflug, wo der Schwerpunkt eine nahezu unveränderliche Lage hat, ist die aktive Verschiebung der Flügelspitzen das wirksamste Mittel der vertikalen Steuerung. *Lilienthal* pflegte umgekehrt mit unveränderlichen Flugflächen durch aktive Verschiebungen des Schwerpunktes zu steuern. Es kommt aber für die Steuerung wesentlich nur darauf an, wie viel Areal vor der Frontalebene des Schwerpunktes liegt und wie viel dahinter. Irgend ein besonderer mechanischer Einfluss der Gestalt des Randkonturs ist dabei nicht abzusehen, sofern es sich nicht etwa um erhebliche Änderungen des Verhältnisses der Länge und Breite der Flugfläche handelt, worüber bereits die Rede war. Nur in einer Beziehung kann vielleicht die Stellung der Flügelspitzen und der Vorderrandkontur an sich eine aviatische Bedeutung haben, wenn nämlich der Flug in erregter Luft stattfindet. Bei vorgezogenen Flügelspitzen treffen die Luftwellen zuerst auf die seitlichen Areale der Flugfläche, bei zurückgezogenen auf die Mitte der Fläche. Die dem Winde zugekehrten Flügel werden den Anprall der Welle mehr als Stoss empfinden, die abgewandten mehr als Druck, da der Widerstand an dem hinteren Flächenareal immer weniger intensiv ist, als an dem Areal vor dem Schwerpunkte. Bei unsymmetrischer Verteilung des Widerstandes, wenn ein Windstoss die eine Seite des Apparats stärker trifft als die andere, würde vermutlich die darauf folgende seitliche Schwankung (Schlingenbewegung) heftiger an den Apparaten auftreten, deren vorgezogene Flügelspitzen einen nach vorn konkaven, einspringenden Randkontur bilden, als an den Flugkörpern mit konvexer Randlinie, weil eben bei diesen letzteren das vordere Flächengebiet, das den Stoss empfängt, verhältnismässig mehr central liegt, als bei den ersteren, während die abgewandten Flügelspitzen den Druck der Luftwelle weniger hart erfahren. Die Schwankungen müssen um so heftiger sein, je intensiver die veranlassenden Windstösse sind und je weiter sich der Angriffspunkt ihrer Resultante vom Epicentrum entfernt. Apparate, die vermöge ihrer Form geeignet sind, den excentrischen Luftstoss abzuschwächen und den Hauptwiderstand möglichst nahe um das

Epicentrum zu vereinigen, entsprechen am besten den Anforderungen der Stabilität und der Gleichförmigkeit des Fluges. Das Zurücktreten des vorderen Randes der Flügelenden gegenüber der Flugflächenmitte scheint mir hierzu wesentlich mit beizutragen.

Nicht unerheblich für den Gang des Schwebens ist auch das

11. Verhältnis des Flügelgewichts zur Gesamtmasse des Flugkörpers.

Sind die Flächen allein schwer, im Verhältnis zum Gesamtgewicht, oder ist die Excentricität des Epicentrums durch ein geringes Übergewicht im weiteren Abstande vom Schwerpunkte hergestellt, so werden die Schwankungen des Apparats anders verlaufen, als wenn das Flächengewicht gegenüber der Belastung zurücktritt und somit nahezu die ganze Masse im excentrischen Schwerpunkt liegt. Die Vereinigung der Masse nahe beim Schwerpunkte bietet den Vorteil, dass die Tafel leicht in jede neue Gleichgewichtslage übergeht, während träge peripherische Massen dieser Wiederherstellung des Gleichgewichts erst widerstehen, dann aber in Folge des beim Schwanken erhaltenen Schwunges leicht über die Gleichgewichtslage hinwegdrehen.

12. Flugapparat der Zanonia macrocarpa.

Für das Studium der Eigenschaften eines guten Schwebapparates hat uns die Natur die zahlreichen Muster der Schweb- und Segelvögel, sowie der Flugfische gegeben. Allein die Flugflächen dieser Tiere stehen unter der Gewalt stets aktionsbereiter Muskeln, sie sind verstellbar, beweglich, und man hat nur zu leicht die Vögel in Verdacht, dass sie ihren Flugflächen Bewegungen erteilen, die sich durch ihre Schnelligkeit unserer Beobachtung entziehen.

Darum ist es um so wertvoller, dass wir aus dem Pflanzenreiche Vorbilder von passiven Aeroplanen besitzen, bei denen die Möglichkeit aktiver Flugthätigkeit gänzlich ausgeschlossen ist und die doch in vollkommenster Weise die Schwebbewegung vollführen. Es sind dies die ähnlich wie die Flugfrüchte unserer Ulmen gebauten Samen der zu den Bignoniaceen gehörigen tropischen Pithecoctenium-Arten, und namentlich die Samen der in Java heimischen Cucurbitacee Zanonia macrocarpa. Diese letztere Pflanze hat kopfgrosse, hartschalige Früchte, die sich bei der Reife zu einem Becher öffnen. Der Inhalt des Bechers besteht aus vielen Dutzenden der herrlichsten Aeroplane, die zur Verbreitung der Samen bestimmt sind.*)

Die Flugbewegungen des Zanonia-Samens machen durch ihre geringe Geschwindigkeit und ausserordentliche Gleichförmigkeit einen geradezu entzückenden Eindruck auf jeden, der sie sieht. Erstaunlich ist, mit welcher Präzision diese Aeroplane ihre normale Gleichgewichtslage einnehmen, wenn sie durch Zufall aus einer verkehrten Lage zum Fluge losgelassen werden; ja, ob man sie in der Rücken- oder Seitenlage, mit dem vorderen

*) *Müllenhoff* hat über diese und andere Flugsamen bemerkenswerte Mitteilungen gemacht, die sich auf die Grösse der Flugflächen, das Gewicht und die Fluggeschwindigkeit beziehen. Z. f. Luftsch. 1886, S. 224.

oder hinteren Rande vorauf in die Luft fallen lässt: die stabile Gleichgewichtslage wird momentan auf dem kürzesten Wege und nahezu ohne jegliche Schwankungen wiederhergestellt. Die Flugbahn verläuft auf schwach welliger Linie geradeaus, oder führt in weiten Spiralen abwärts.

Die Flugfläche eines solchen Samens (Fig. 36) klaftert bis zu 15 cm, bei einer grössten Breite von 5—7 cm. In der Mittellinie, nahe dem Vorderrande, trägt sie die einem Kürbiskern ähnliche, platte, annähernd kreisrunde Samenkapsel, von welcher ein kurzer, äusserst spröder und an seinem Ende eigenartig verdickter Stiel frei den Vorderrand des Flugapparats erreicht. Wo die Samenkapsel einen unsymmetrischen Umfang hat, ist auch der ganze Flugapparat unsymmetrisch, so, dass immer an der kleineren Hälfte des

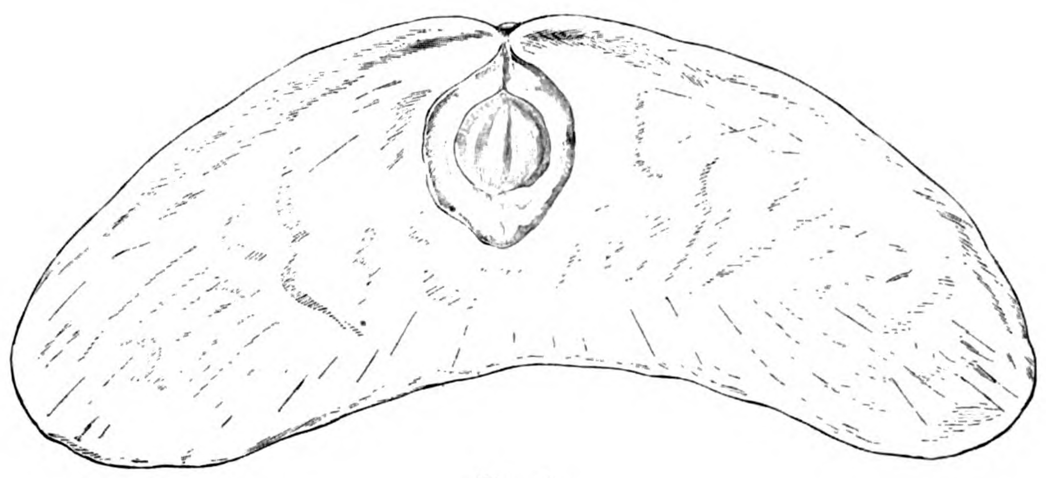


Fig. 36.

Samens auch ein kleinerer Flügel sitzt und umgekehrt. Der vordere Umfang der Flugfläche hat die Gestalt eines Kreisbogens. Man kann je drei Exemplare dieser Aeroplane so aneinanderlegen, dass sie mit ihren Vorderrändern den Umfang eines Kreises von 10 cm Radius einnehmen. Der äusserst zarte Hinterrand ist nur schwach und unregelmässig gebuchtet. Der Flächeninhalt beträgt nach *Müllenhoff* 46—47 qcm, das Gewicht ca. 0,16 g.

Legt man die Flugsamen mit der Seite, die beim Fluge die Unterseite ist, auf eine ebene Unterlage, so sieht man, dass die Flugfläche eine ausgesprochene, nach unten konvexe Wölbung besitzt. Die Flügelspitzen erheben sich von der Samenkapsel aus allmählich bis zu 2 cm, der ganze 2—3 cm breite Hinterrand um etwa 1 cm aus der Ebene der Unterlage, auf welcher das Samenkorn als tiefliegender Teil des ganzen Apparats ruht.

Der ca. 0,5 cm breite vordere Rand läuft zwar in einen sehr feinen, elastisch biegsamen Saum aus, ist aber im ganzen sichtlich kräftiger gebaut, als der empfindliche Hinterrand, und wenn dieser aus der Ebene emporgebogen ist, so zeigt der Vorderrand um so mehr die Tendenz einer Krümmung nach unten. Der Grad der Umbiegung des

Vorderrandes wechselt. Ein Same, den ich durch Herrn Direktor Dr. *Bolau* erhielt, zeigt sie in solchem Grade, dass die Randlinie etwa 4 mm tiefer liegt, als die anstossende Flugfläche. Dagegen sah ich später an den im botanischen Museum zu Hamburg befindlichen, vielleicht nicht völlig gereiften Samen nur schwache Neigungen des vorderen Flächenrandes. — Beim Anblasen gerät der Rand des Flugapparates in schnelle Vibrationen: der Ausdruck von Spannungsdifferenzen, die durch die strömende Luft an der elastisch biegsamen Kante hervorgerufen werden.

Diese Erscheinung kann an den Rändern aller elastischen, körperlichen Flächen um so leichter zu stande kommen, je weicher diese sind. Gute Beobachter haben sie an den Brustflossen fliegender Fische beobachtet; an den Flossen des Flughahns (Dactylopterus) sind sie zu Beginn des Fluges so stark, dass sie ein hörbares Geräusch hervorrufen. Man hat sie vielfach für aktive Flügelschläge gehalten.

Durch früher mitgeteilte Versuche konnte ich zeigen, dass diese Vibrationen anfangs mit der Windstärke an Schwingungsweite zunehmen. Bei weiterer Steigerung der Stärke eines schräg seitlichen Windes erfahren die elastischen Gebilde eine zunehmende einseitige Spannung, welche zwar eine Verringerung der Schwingungsweite, aber auch eine Steigerung der Schwingungszahl zur Folge haben muss. Daher hört man das Fluggeräusch bei den Fischen vornehmlich zu Beginn des Fluges, wenn sie, aus dem Wasser hervorschiessend, die grösste Geschwindigkeit und den stärksten Gegenwind haben. Das Rauschen der Schwingen ist bei den Vögeln am deutlichsten während der energischen Abwärtsbewegung der schlagenden Flügel, ja, man kann aus dem An- und Abschwellen dieses Geräusches die Zu- und Abnahme der Winkelgeschwindigkeit während eines Flügelschlages deutlich erkennen. Bei sehr starker einseitiger Spannung (durch den Wind) werden die Schwingungen für das Auge unerkennbar. Die elastische Fläche nähert sich dann einer extrem gekrümmten oder gewölbten Form, die sich bis zur oberen Elasticitätsgrenze nicht mehr wesentlich verändert. Je weicher das Material, um so früher wird, mit steigender Windstärke, diese Grenzform der Fläche erreicht.

Die zarte Beschaffenheit der Flügelränder des Zanonia-Samens erinnert an die weichen, fransenförmigen Fiederenden der freistehenden vorderen Bärte an den Handschwingen der Eulen. Der Flügelschlag dieser Tiere wird dadurch geräuschlos gemacht, wie umgekehrt das schnarrende Schwirren des auffliegenden Rebhuhns durch die schnellen elastischen Schwingungen der straffen, scharfen Federränder hervorgerufen wird. Ein Wollfaden eignet sich — abgesehen von seiner geringeren Zugfestigkeit — auch aus dem Grunde nicht zur Erzeugung musikalischer, reiner Töne, weil die abstehenden Wöllhärchen dämpfend auf seine Schwingungen einwirken.

Für den Flug sind die Randschwingungen sicherlich von durchaus untergeordneter Bedeutung. Die zu ihrer Erregung und Unterhaltung erforderliche lebendige Kraft ist verschwindend gegenüber der Gesamtheit der Flugkräfte. Die Schwingungen des Vorderrandsaumes sind völlig unregelmässig, es ist daher ausgeschlossen, dass sie etwa regelnd auf den Gang der gleichfalls unregelmässig strömenden Luft einwirken könnten, wie die rhythmischen Schwingungen der Zunge in einer Orgelpfeife. Von Vorteil für die Flug-

bewegung könnten die Randschwingen nur sein, wenn durch sie etwa der unregelmässig pulsierende Luftstrom in einen gleichförmig fliessenden verwandelt würde, was nicht abzusehen.

Wichtiger als die Vibrationen sind jedenfalls die erwähnten Formänderungen, welche der Druck der entgegenkommenden Luftströmung an den elastischen Flugflächen hervorruft.

Bläst man die Luft in derselben Richtung gegen den vorderen Rand des Zanonia-Samens, wie der relative Gegenwind beim Fluge auf denselben stösst, so biegt sich der zarte Saum des abwärts geneigten Randstreifens leicht in die Richtung der Luftströmung um (Fig. 37) und gestaltet so am Vorderrande eine eigenartig rinnenförmige Wölbung, die ihre konvexe Seite dem Winde zukehrt, während die Höhlung nach unten und hinten gewandt ist.

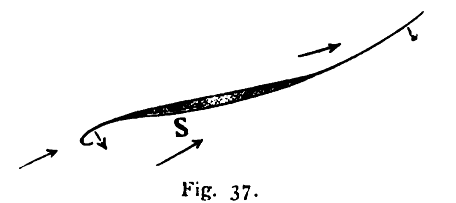


Fig. 37.

Der Flugapparat erhält dadurch eine zwar weniger scharfe, aber um so festere Stirnfläche, die bei stärkerem Anblasen ihre Form nicht mehr merklich ändert, und die einen mechanischen Ersatz für die sonst bei den Flugapparaten allgemein vorhandenen Randverstärkungen (durch Einlagerung von Skeletteilen) bilden.

Für den Fall einer Kollision des Flugapparates mit einem festen Fremdkörper, wird durch die elastische Wölbung des Vorderrandes der Stoss derart abgeschwächt, dass jede Verletzung der Flugfläche ausgeschlossen scheint. Nur da, wo in der Mitte des Randes diese elastische Prellvorrichtung fehlt, statt ihrer aber der äusserst spröde Stiel (funiculus) des Samens in den Vordergrund tritt, ist auch die Möglichkeit einer für das weitere Schicksal des Keimes vielleicht bedeutungsvollen Verletzung der Samenschale gegeben.

Man kann den vorderen Rand der Flugfläche, soweit er nur schwach herabgebogen, mit den schneidenartigen Schranken vergleichen, welche an den Flügeln und einzelnstehenden Schwungfedern der Ruder- und Schwebvögel während der Ausführung energischer Flügelschläge entstehen. Die aërodynamische Bedeutung derartiger Schneiden habe ich an anderer Stelle (Z. Mechanik d. Vogelfluges. S. 28—38 u. ff.) dargelegt. Die Luftmassen, welche auf die Unterseite der Flugflächen treffen, werden dadurch gezwungen, auch über die Unterseite abzufliessen und nicht, wie bei ebenen Flächen, zum Teil vorwärts um den Vorderrand flugschädlich zu entweichen.

Diese Wirkung liegt auch hier vor. Allein wo die Schranke stärker entwickelt und weiter herabgebogen ist als zur Erreichung dieses Zweckes erforderlich, schneidet sie auch nicht glatt in der Richtung der sehr schwach geneigten Fallbahn voraus, sondern bietet dem Flugwinde die Oberseite der schrägen gewölbten Stirnfläche dar. Auf diese konvexe Fläche übt der Luftwiderstand einen n a c h   u n t e n   g e r i c h t e t e n   D r u c k   a u s, während gleichzeitig an der konkaven Unterseite hinter der Schranke ein im gleichen Sinne saugend wirkendes Druckminimum entsteht.

Die Folge dieser Einrichtung würde ein abwärts gerichtetes Rotieren des Vorderrandes sein, wenn nicht gleichzeitig am hinteren Rande der Flugfläche eine automatisch entgegenwirkende Steuervorrichtung vorhanden wäre. Der ganze breite hintere Teil der Flugfläche ist nämlich so weit emporgekrümmt, dass der Flugwind leicht gegen die Oberseite trifft So entstehen vor und hinter dem Schwerpunkte abwärts gerichtete Kräfte, durch Pfeile in Fig. 37 angedeutet, die sich gegenseitig die Wage zu halten suchen. Steigert sich der Druck an der Schranke, so nimmt er auch entsprechend hinten am Steuer zu, und der ganze Schwebapparat wird so durch das Spiel dieser antagonistischen Kräfte selbstthätig in der Gleichgewichtslage festgehalten, die ihm unter den obwaltenden Widerstandsverhältnissen zukommt. Naturgemäss hat auch hier jede Änderung der Intensität und Richtung des Luftwiderstandes, jede Verschiebung des Widerstandspunktes eine neue Einstellung des Apparates in die Strömung zur Folge, aber diese Einstellung vollzieht sich nicht unter dem Einflusse des Beharrungsvermögens in oscillatorischen Schwankungen, sondern als einfache, einmalige Bewegung, welche durch die vordere und hintere Steuervorrichtung leicht und sicher gedämpft wird, sobald die erforderliche Drehung vollzogen ist. Gänzlich ausgeschlossen, mechanisch unmöglich ist es, dass ein so gestalteter Apparat aus der Schwebbewegung in volle Rotation übergehen könnte, wie es bei ebenen Schwebtafeln so leicht zu beobachten ist; denn mit den Oscillationen werden auch die Rotationen gleichsam im Keime erstickt.

Die am vorderen und hinteren Rande des Flugapparats auftretenden Nebenwiderstände sind also dazu bestimmt, die Stabilität und Flugsicherheit, die mechanische Unempfindlichkeit gegen Schwankungen des Druckes zu erhöhen. Da die Resultanten dieser Nebenwiderstände der Hauptsache nach vertikal abwärts gerichtet sind, so fällt ihre motorische Wirkung auch grösstenteils mit derjenigen der Schwere zusammen; sie wirken herabdrückend und flugbeschleunigend, wie eine dem Gewicht des Apparats hinzugefügte Belastung. Die Steigerung der Stabilität kann als eine Folge dieses Verhältnisses der Nebenwiderstände zum Gewicht betrachtet werden, denn je grösser das Gewicht eines Flugapparats, desto unempfindlicher ist er gegen Schwankungen des Luftwiderstandes, wie das Beispiel der grossen Segelvögel zeigt. Auch bei einer Wage kann man die Unempfindlichkeit dadurch steigern, dass man das Gewicht des Wagebalkens vergrössert.

Nur eine kleinere Komponente der Nebenwiderstände wirkt als hemmender Stirnwiderstand verzögernd auf den Fortgang der Flugbewegung ein.

Die interessanteste Eigenschaft des Zanonia-Samens ist nun aber die unterseitige Konvexität seiner Flugfläche. Die seitlichen Areale oder Flügel sind vom Samen ab allmählich emporgebogen, wie es das Abbild 38 darstellt. Die Pfeilhöhe der Wölbung beträgt $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ der Klafterweite. Die geringe Konkavität der Fläche hinter dem Vorderrande tritt gegen diese vorherrschende Konvexität gänzlich zurück. Mit dieser Eigenschaft genügt die Zanonia, wie ihr idealer Flug beweist, in vollkommenster Weise dem theoretischen Stabilitätserfordernis, welches wir oben auf

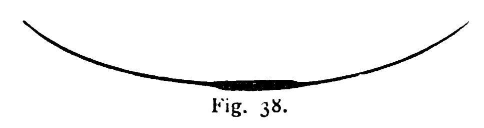


Fig. 38.

induktiven Wege abgeleitet haben. Der natürliche Flugapparat der Zanonia ist daher der beste Beweis für die Richtigkeit unserer Ansicht, dass die Flugflächen passiver Flugapparate aus Gründen der Stabilität unbedingt unterwärts konvex gestaltet werden müssen.

Das beweist auch der Vergleich mit den Flugapparaten der Tiere.

Für die aerodynamische Analyse kommt nur die während des Fluges vorhandene, nicht die Ruheform der Flugfläche in Betracht. Wenn wir finden, dass von den kurzflügeligen echten Rudervögeln ab bis zu den Flugfischen und der Zanonia alle Übergangsformen gewölbter Flügel vorhanden sind: unterseits konkave, ebene und unterseits konvexe — so erklärt sich dies durch den mehr oder wenigen aktiven Gebrauch der Flügel.

Über die Wölbungen am Vogelflügel habe ich gezeigt, (Mech. d. Vogelfl. S. 28 u. ff.), dass sie im wesentlichen abhängig sind von dem Winkel, unter dem der relative Gegenwind oder Flugwind auf die untere Flugfläche trifft. Je mehr eine Fläche beim Fluge senkrecht vom Winde getroffen wird desto hohler ist sie im allgemeinen an der Unterseite. Bei den Ruderern und besonders beim Abflug trifft die Luft infolge der grossen Winkelgeschwindigkeit der bewegten Flügel unter steileren Winkeln auf die Flächen derselben, als bei den langsameren Flügelschlägen im vollen Fluge oder beim Schwebfluge. Daher sind an den hubkräftigen Flügeln der Ruderer die automatisch wirkenden Einrichtungen vorhanden, die ich als Schranken bezeichnet habe, durch welche innerhalb erreichbarer Grenzen der Grad der Wölbungen dem jedesmaligen Stosswinkel des Windes angepasst wird. Wo bei langen, schmalen Flügeln (Albatros) diese Einrichtungen fehlen oder nicht in genügendem Grade entwickelt sind, da fehlt auch das Vermögen, den Körper durch Flügelschläge vom Boden zu erheben, denn hierbei sind grosse Stosswinkel anzuwenden, und für diese sind ebene, nicht gewölbte oder »geschränkte« Flügel ungeeignet. Umgekehrt ist die platte Flügelform überall im Vorteil, wo es sich um schnellen Schweb- und Segelflug handelt, weil hierbei die Stosswinkel des Flugwindes nur wenige Grade betragen. Für ein möglichst langsames und steiles Herabschweben würden natürlich wieder stark gewölbte, womöglich halbkugelige hohle Flugflächen am Platze sein, wie sie ja auch bei den echten Fallschirmen angewandt werden.

In der Emporbiegung der Flügelspitzen der Zanonia erkannten wir das wirksame Mittel gegen seitliche Schwankungen bei zufällig eintretender unsymmetrischer Druckverteilung; und die Aufbiegung der hinteren Partie der Flugfläche erschien uns als eine Steuervorrichtung, durch welche, im Verein mit dem schrankenartigen Vorderrande, alle vertikalen Schwankungen verringert und auf das absolut notwendige Mass eingeschränkt, die Rotationen aber, die sonst so leicht bei passiven Schwebapparaten auftreten, unmöglich gemacht werden. Dass die hintere Steuereinrichtung so sehr viel umfangreicher ist als die vordere Schranke, erklärt sich aus dem Umstande, dass ja beim Schweben der Luftwiderstand vorn weit stärker ist, als hinten an der Fläche, und dass daher auch die vordere Angriffsfläche nur gering zu sein braucht. Dem entspricht auch der zarte Bau der hinteren Flügelränder. Durch die beträchtliche Aufkrümmung des Steuerrandes und

der Flügelspitzen kommt die unterseitige Konvexität zu stande. Zugleich wird dadurch erreicht, dass der Schwerpunkt des ganzen Apparats die genügend tiefe Lage erhält, da ja die Last des Samenkorns an der tiefsten Stelle der Wölbung angebracht ist.

Wie die Vereinigung fast der gesammten Masse, des ganzen Gewichts des Flugapparats in der Nähe des Schwerpunktes ein Haupterforderniss für den ruhigen, stabilen Verlauf des Fluges ist, weil peripherische Massen bei eintretenden Stellungsänderungen ein starkes, schwer zu hemmendes Schwungmoment ergeben, so ist es offenbar für diesen Zweck auch nicht gleichgültig, wie der Luftwiderstand über die Fläche verteilt ist, ob er mit seinem Haupbetrage zwar symmetrisch, aber in einiger Entfernung vom Schwerpunkte angreift, oder ob er einheitlich, in der Nähe des Schwerpunktes zusammengedrängt auf den Apparat einwirkt. Denn jede eintretende geringe Unsymmetrie des Widerstandes wird den Apparat in stärkere seitliche Schwankungen versetzen, wenn der Angriffspunkt der unsymmetrischen Kräfte weiter entfernt liegt (längerer Arm), als wenn die Differenzen nahe beim Drehungs- und Schwerpunkte liegen. Hierin liegt einer der Hauptvorzüge einer Flächenanordnung, wie sie der Zanonia-Flugapparat zeigt, ein Vorzug, der zwar einen entsprechend grösseren Aufwand an Areal der Flugflächen erfordert, der aber dem toten Flugapparat die jederzeit aktionsbereite Muskelkraft eines lebendigen Flügels ersetzt.

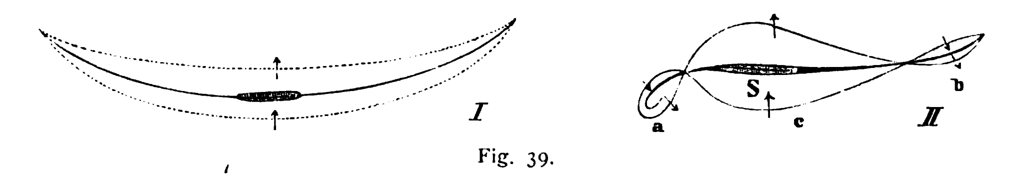


Fig. 39.

Die vorstehenden Figuren sind dazu bestimmt, eine annähernde Vorstellung von der Verteilung des Luftwiderstandes an der Zanonia zu geben. Figur 39 I stellt einen frontalen Querschnitt durch den Apparat dar. Die punktierten Linien sind die untere, positive, und die obere, negative Druckkurve. Das Flächenstück zwischen beiden stellt den gesamten Widerstand des Querschnitts dar und zeigt die Abnahme des Druckes gegen die Flügelspitzen hin. Figur 39 II zeigt die Druckverhältnisse im Längsschnitt des Apparats. Bei a und b erzeugt der Gegenwind an der Oberseite einen positiven Druck, an der Unterseite einen negativen, saugenden Widerstand; beide wirken als steuernde Nebenwiderstände in a wie in b nach unten. Bei c liegt der Hauptwiderstand, der in seiner Wechselwirkung mit der Schwerkraft die Flugbewegung unterhält.

Man wolle die Druckkurven und Flächen als einen ersten Versuch betrachten, die Druckverteilung im ganzen qualitativ graphisch darzustellen. Auf irgend welche quantitative Genauigkeit erheben dieselben keinen Anspruch. Sie sind ursprünglich aus rein theoretischer Ueberlegung hervorgegangen und werden durch sehr merkwürdige hydrodynamische Analogien in überraschender Weise bestätigt. Die bezüglichen Untersuchungen sind jedoch nicht abgeschlossen und sollen einer späteren Mitteilung vorbehalten bleiben.

Eine besonders interessante Beobachtung am Zanonia-Samen bleibt noch hinzuzufügen. Als ich nämlich mein erstes Exemplar desselben, das flugunfähig geworden war, nach mehreren Monaten durch Beseitigung des etwas gequollenen Keimlings aus der Samenschale erleichterte, zeigte sich das überraschende Phänomen, dass der leere Apparat jetzt wieder fliegen konnte, und zwar besser als im Anfang, denn er hielt sich weit länger in der Luft, die Bewegung war erheblich langsamer, die Bahn weniger geneigt, ich konnte im Schritt neben dem fliegenden Körper einhergehen. Aber der Apparat flog jetzt in der Rückenlage und nahm diese aus jeder beliebigen Anfangsstellung mit ebenso grosser Präzision ein, wie er anfangs die normale Lage gefunden und innegehalten hatte.

Die Verlangsamung der Flugbewegung ergab sich als eine Folge der Gewichtsverminderung, die durch die Beseitigung des schweren Keimlings herbeigeführt war. Die Rückenlage schien mir anfangs durch eine Verschiebung des Schwerpunktes verursacht zu sein, die in Folge der Beseitigung des Keimlings eingetreten war. Der neue Schwerpunkt lag jetzt 0,5 bis 1,0 mm hinter dem des intakten Samens. Allein das vor dem Schwerpunkte liegende Flugareal blieb immer noch beträchtlich grösser, als das hinter demselben liegende. Der Übergang in die Rückenlage aus normaler Anfangsstellung erfolgte auch nicht durch Überschlagen nach rückwärts, sondern durch Überstürzen nach vorn. Demnach blieb nur die Möglichkeit, dass entweder der herabdrückende Nebenwiderstand des Vorderrandes durch stärkere Flächenwölbung vergrössert war, oder dass der Nebenwiderstand des hinteren Flugareals durch Abflachung der Fläche verringert war. Es zeigte sich, dass die gewölbte Flugfläche, die längere Zeit auf ebener Unterlage geruht hatte und durch ein Stück Kartenpapier belastet gewesen war, in der Symmetrielinie einen tiefen Einschnitt erhalten hatte, der von hinten her bis an die Samenkapsel reichte. Der Spalt klaffte, die Wölbung der hinteren Flugflächenhälfte war also etwas abgeplattet, und der an ihr beim Fluge entstehende Nebenwiderstand konnte seinem Gegenpart am Vorderrande nicht mehr das Gleichgewicht halten. So erfolgte bei vollem Samen der Absturz, bei leerem in Folge hinreichender Verschiebung des Schwerpunktes das Wiederaufrichten und der Flug in der Rückenlage.

Der Gegenversuch beweist die Richtigkeit dieses Ergebnisses. Ein Samen mit intakter Flugfläche wurde in gleicher Weise, wie der erste entleert, und es zeigte sich, dass der Flug zwar langsamer, aber in normaler Lage erfolgte.

13. Ergebnisse.

1. Von zwei ähnlichen und gleichschweren Flugkörpern zeigt derjenige die grösseren Schwankungen, welcher die grösseren Flugflächen besitzt; und bei gleichem Areal der Flugflächen zeigt die Bewegung des schweren Körpers die geringeren Schwankungen.
2. Da die stärkere Belastung eines Flugkörpers eine Vergrösserung der Fluggeschwindigkeit zur Folge hat, so muss für langsamere Fahrt das Flugareal auf Kosten der Unempfindlichkeit des Apparats gegen Schwankungen des Widerstandes vergrössert werden.

3. Der Schwerpunkt liegt für senkrechten Flug im oder unter dem Mittelpunkte der Fallschirmfläche. Bei anderen, seitwärts fortschreitenden Flugkörpern liegt er mehr oder weniger vorwärts vom Flächenmittelpunkte in der Symmetrieebene. Er darf jedoch niemals den vorderen Grenzpunkt erreichen, bis zu welchem der Widerstandspunkt bei kleinen Neigungswinkeln der Fläche vorrücken kann, sondern muss um eine genügend grosse Strecke hinter diesem Punkte zurückbleiben, damit bei Vorwärtsschwankungen ein rückwärtsdrehendes Kräftepaar entstehen kann. Je weiter der Schwerpunkt nach vorn liegt, desto grösser die Fluggeschwindigkeit, desto geringer im allgemeinen die Schwankungen.

4. Der Schwerpunkt muss jedenfalls so tief liegen, dass sich eine positive epicentrische Höhe ergiebt, d. h. die Verbindungslinie der Widerstandspunkte des vor und hinter dem Schwerpunkte liegenden Flächengebiets muss sich oberhalb des Schwerpunktes mit der Lotlinie schneiden, welche durch den Schwerpunkt geht. Diese Anordnung wirkt hemmend auf eine begonnene Schwankung und beschleunigt die Wiederherstellung des einmal gestörten Gleichgewichts. Je grösser die epicentrische Höhe, desto energischer und kürzer die Schwankungen. Für starke Böen muss der Apparat steifer sein, d. h. eine tiefere Schwerpunktslage haben, als bei ruhiger Luft.

5. Die Gestalt der Flugfläche richtet sich nach der Flugart. Für den senkrechten Schwebflug ergiebt sich die kreisförmige Gestalt des Fallschirmes. Bei seitlicher Flugbewegung tritt nach den *Avanzini*'schen Versuchen eine Verschiebung des Widerstandspunktes gegen den vorderen Flächenrand auf, d. h. eine stärkere Beanspruchung der vorderen Flächenhälfte. Diese muss daher kleiner und stärker gebaut sein, als das dahinter liegende Areal. So ergiebt sich die zweiseitig symmetrische Gestalt der Flugflächen, die lange, schmale Flügelform bei stark excentrischer Schwerpunktslage.

6. Von allen Frontalprofilen der Flugflächen eignen sich diejenigen am besten für den passiven Flug, bei denen die Flügelspitzen emporgebogen sind, da hierdurch seitliches Kentern der Flugkörper am sichersten vermieden wird.

7. Von den sagittalen Querprofilen ergeben zwar nach den *Lilienthal*'schen Untersuchungen die unterseits konkaven Formen die grössten tragenden Widerstände, allein hinsichtlich der Stabilität und Flugsicherheit bieten derartige Flugflächenformen die geringste Gewähr: in dieser Beziehung stehen sie noch hinter den ebenen Flugflächen.

8. Eine unbedingte Sicherheit vor plötzlichem Überschlagen und Abstürzen des Apparats bieten allein solche Flugflächen, die auf der Unterseite eine konvexe Wölbung besitzen, nicht die unterseits konkaven Flächen *Lilienthals*.

9. Für den passiven Schwebflug scheinen solche Vorderrandkonturen der Flugflächen die geeignetsten zu sein, bei denen die dem Schwerpunkt naheliegende Mitte am weitesten hervortritt, während die Flügelspitzen mässig kaudal zurückgelegt sind.

10. Bei allen Flugapparaten ist die Masse möglichst in der Nähe des Schwerpunktes zu vereinigen. und alle peripherischen Teile, die Flugflächen, sind aus möglichst leichtem, aber doch hinreichend festem Material herzustellen. Zur Abschwächung der Windstösse empfiehlt sich die Verwendung eines Materials, das an Biegsamkeit und Elasticität den natürlichen Flugorganen nahe kommt.

Hamburg-Uhlenhorst

10. März 1897.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07778 8712



